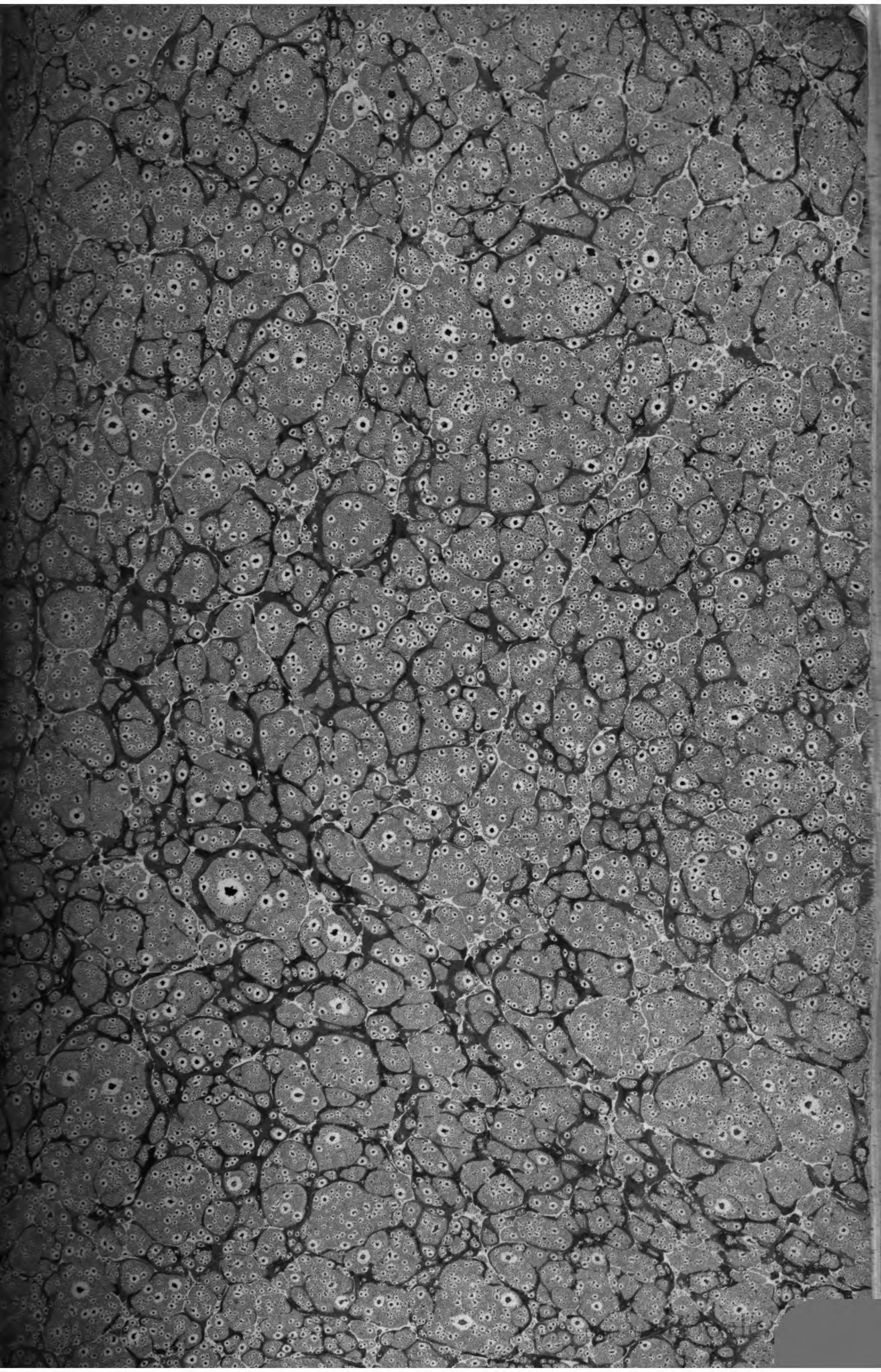



SIGILLVM ACADEMIAE HARVARDIANAE IN NOV ANG
CHRISTO ET ECCLESIAE
VE RI TAS



ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

IMPRIMERIE RAMI

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

REVUE SUISSE ET ÉTRANGÈRE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

PÉRIODE

ATRIÈME

GENÈVE

BUREAU DE LA BIBLIOTHÈQUE UNIVER.

80, rue de l'Hôtel-de-Ville

LAUSANNE

A. DELAFONTAINE, LIBRAIRE, PLACE DE LA PALU

PARIS

C. REINWALD, LIBRAIRE, 15, RUE DES SAINTS-PÈRE

1859

NOTE

SUR

L'ANOMALIE DE LA TEMPÉRATURE

PENDANT LE MOIS DE NOVEMBRE 1858

PAR

M. le professeur E. PLANTAMOUR.

Le mois de novembre de cette année offre, sous le rapport de la température, une circonstance très-remarquable par le froid très-vif qui s'est fait sentir dès les premiers jours du mois, et qui a remplacé brusquement une température plus élevée que de coutume. Ainsi, à Genève, la température moyenne s'est maintenue pendant plusieurs jours, à partir du 4 novembre, au-dessous de 0, et même, ce jour-là, le maximum accusé par le thermométrographe ne s'est élevé qu'à —0°,7. C'est une anomalie très-exceptionnelle pour notre climat, et l'on ne trouve rien de pareil dans la série des vingt-trois dernières années. Jusqu'au 28 octobre, la température s'est maintenue au degré qui appartient en moyenne aux premiers jours d'octobre; puis elle est tombée, dans l'espace de quelques jours, au degré qui correspond au milieu de l'hiver.

La même anomalie s'est manifestée dans une grande partie de l'Europe : au commencement de novembre, le thermomètre donnait à 8 heures du matin des indications au-dessous de 0, non-seulement dans le midi de la France, comme à Bayonne et à Avignon, mais même au centre de l'Italie, comme à Florence, à Livourne et à Rome. Pour suivre la marche de ce phénomène, j'ai d'abord calculé, pour Genève et le Grand Saint-Bernard, la température moyenne de chaque jour, à partir du 22 octobre jusqu'au 30 novembre. Ce calcul a été effectué à l'aide des 9 observations bi-horaires de 6 heures du matin à 10 heures du soir, auxquelles j'ai ajouté par interpo-

lation les heures de minuit, 2 heures et 4 heures du matin. A côté de la température moyenne de chaque jour, dans le tableau suivant, j'ai inscrit l'excès sur la température normale pour ce jour-là.

		GENÈVE.		SAINT-BERNARD.	
	Date 1858.	Température moyenne.	Excès.	Température moyenne.	Excès.
		°	°	°	°
Octobre	22	+11,7	+ 3,4	— 0,4	+ 2,0
	23	+10,7	+ 2,6	+ 0,4	+ 2,9
	24	+11,5	+ 3,5	— 0,4	+ 2,2
	25	+11,2	+ 3,4	— 1,4	+ 1,4
	26	+12,5	+ 4,9	— 1,1	+ 1,8
	27	+11,1	+ 3,6	— 0,8	+ 2,2
	28	+11,8	+ 4,5	— 3,1	0,0
	29	+ 8,3	+ 1,2	— 6,1	— 2,8
	30	+ 2,8	— 4,2	—14,8	—11,4
	31	+ 2,4	— 4,4	—10,6	— 7,1
Novembre	1	+ 2,2	— 4,4	— 4,9	— 1,3
	2	+ 2,9	— 3,6	— 5,5	— 1,8
	3	+ 1,0	— 5,3	—10,3	— 6,5
	4	— 2,9	— 9,0	—18,9	—15,0
	5	— 2,3	— 8,3	—16,9	—12,9
	6	— 1,6	— 7,5	—10,6	— 6,4
	7	+ 1,2	— 4,5	—10,2	— 5,9
	8	+ 0,7	— 4,9	—13,6	— 9,2
	9	— 1,9	— 7,3	—14,9	—10,4
	10	— 1,3	— 6,6	—12,4	— 7,8
	11	— 2,6	— 7,7	— 6,9	— 2,2
	12	— 1,5	— 6,5	— 5,8	— 1,0
	13	+ 1,7	— 3,1	— 5,2	— 0,3
	14	+ 4,1	— 0,5	— 0,8	+ 4,2
	15	+ 4,6	+ 0,1	— 0,7	+ 4,4
	16	+ 3,1	— 1,2	— 3,1	+ 2,0
	17	+10,8	+ 6,6	— 1,7	+ 3,5
	18	+11,6	+ 7,6	— 1,0	+ 4,3
	19	+10,7	+ 6,8	— 2,4	+ 3,0
	20	+ 5,0	+ 1,2	— 4,6	+ 0,9
	21	+ 2,4	— 1,3	— 6,5	— 0,9
	22	+ 1,8	— 1,7	— 7,3	— 1,6

	Date 1858.	GENÈVE. Température moyenne.	Excès.	SAINT-BERNARD. Température moyenne.	Excès.
		°	°	°	°
Novembre	23	+ 2,0	— 1,4	— 6,6	— 0,9
	24	+ 1,1	— 2,2	— 7,9	— 2,1
	25	+ 0,7	— 2,5	— 5,4	+ 0,5
	26	+ 3,8	+ 0,7	— 6,0	0,0
	27	+ 5,8	+ 2,8	— 5,5	+ 0,5
	28	+ 8,6	+ 5,7	— 4,5	+ 1,6
	29	+ 5,5	+ 2,7	— 6,2	0,0
	30	+ 8,1	+ 5,4	— 6,8	— 0,5

Ainsi, à Genève, la température a été du 22 au 29 octobre en moyenne de +3°,4 au-dessus de sa valeur normale; à partir du 29, elle s'est brusquement abaissée, et on a eu, du 30 octobre au 16 novembre, une période de froid pendant laquelle le thermomètre a été en moyenne de 5°,0 au-dessous de l'état normal; le plus grand froid a eu lieu du 4 au 12 novembre, avec un abaissement moyen de —7°,0. Du 17 au 20 novembre la température offre un radoucissement très-prononcé avec un excédant moyen de +5°,5, sur l'état normal. Du 21 au 25, retour de froid, mais peu considérable, abaissement moyen —1°,8 sur l'état moyen; enfin, radoucissement du 26 au 30, excès moyen +3°,5. L'amplitude totale de l'anomalie pendant le mois de novembre (le 4, —9,0; et le 18, +7,6), a été de 16°,6.

Au Saint-Bernard, l'élévation de température à la fin d'octobre s'est arrêtée au 27, excès moyen +2°,1; la période de froid a duré du 29 octobre au 13 novembre, avec un abaissement moyen de —6°,4. Le plus grand froid a eu lieu du 3 au 10 novembre, abaissement moyen de —9°,3. Du 14 au 20 novembre, il y a eu un radoucissement avec un excès moyen de +3°,2; enfin, du 21 au 30, la température a été à peu près stationnaire de —0°,3 au-dessous de sa valeur normale. Ainsi, le froid a

commencé un peu plus tôt au Saint-Bernard qu'à Genève à la fin d'octobre, et il a cessé un peu plus tôt au milieu de novembre; le radoucissement de la température, qui s'est fait sentir à Genève les derniers jours de novembre, n'a pas eu lieu au Saint-Bernard. L'amplitude totale de l'anomalie (le 4 —15,0, et le 15 +4,4), a été de 19°,4, et en somme l'anomalie du froid de novembre a été plus prononcée au Saint-Bernard qu'à Genève.

Si l'on suit la marche de l'anomalie dans d'autres parties de l'Europe, à l'aide des bulletins météorologiques publiés par l'observatoire de Paris, en comparant pour chaque station la température de 8 heures du matin avec sa valeur normale, on voit que pour toutes ces stations la température a été, du 22 au 28 octobre, au-dessus de sa valeur normale. Excès pour l'ouest de l'Europe (Bayonne, +0,2; Paris, + 1°,1; Strasbourg, +3,5; Avignon, + 1°,6; Florence + 1°,7); pour l'est de l'Europe (Vienne, +4°,3; Varsovie, +2°,3; Pétersbourg, + 3°,1); plus à l'est encore, l'élévation de la température a duré jusqu'au 31 octobre (Moscou, +2°,1; Nicolajew, + 3°,8). Dans le midi de la France et dans la région méditerranéenne, le froid, qui a commencé le 29 octobre, n'a duré, comme à Genève, que jusqu'au milieu de novembre. {Bayonne, du 29 octobre au 12 novembre, abaissement moyen, —8°,0; le plus grand froid a eu lieu du 2 au 9 novembre, —9°,3, et même le 5, —12°,5; Avignon, du 29 octobre au 15 novembre, abaissement moyen de —7°,1, le plus grand froid a eu lieu du 10 au 12, —8°,8 et le 11, —11°,3; Florence, du 29 octobre au 15 novembre abaissement moyen, —7°,1; le plus grand froid a eu lieu du 3 au 6, —9°,8 et le 5, —12°,0}. A Bayonne, la température a été du 15 au 30 novembre au-dessus de la moyenne, avec un excès moyen de + 3°,8, le 24 seulement, il y a eu un abaissement de —1°,4, le 18 l'excès a été de +11°,5; amplitude totale de l'anomalie pendant le mois de novembre, 24°.

A Florence et à Avignon, il y a eu un radoucissement de la température du 16 au 19 novembre, avec un excès moyen de +3°,0 (le 16 à Avignon, +6°,4; le 18 à Florence, +6°,0), puis un retour de froid du 21 au 25, abaissement à Avignon —2°,9, à Florence —3,2; enfin, du 26 au 30, élévation de la température avec un excès moyen de +3°,9 à Avignon et de +3°,8 à Florence; maximum à Avignon le 27, +6,5, à Florence, le 29, +6°,3. Amplitude totale de l'anomalie, à Avignon, 17°,8; à Florence, 18°,3.

Dans le nord de la France, à Paris, Strasbourg, et plus à l'est, jusqu'à Vienne et Varsovie, le froid a duré depuis le 29 octobre jusque vers la fin de novembre; c'est dans cette zone que l'anomalie de froid a été la plus prononcée. A Paris, la période de froid s'étend du 29 octobre au 25 novembre, abaissement moyen —5°,3; maximum de froid du 10 au 12, avec un abaissement de —8°,7, et le 11 de —9°,6. A Strasbourg, la période de froid s'étend du 29 octobre au 26 novembre avec un abaissement moyen de — 5°,9; maximum de froid du 10 au 12, avec un abaissement moyen de —11°,9, et le 12 de —13°,3. A Vienne, la période de froid s'étend du 29 octobre au 27 novembre, avec un abaissement moyen de —5°,3; maximum de froid du 10 au 12, avec un abaissement moyen de —8°,6 et le 10 de —10°,6. A Varsovie, la période de froid s'étend du 29 octobre au 27 novembre, avec un abaissement moyen de —7°,3; le 23, —14°,9. Dans ces quatre stations, il y a un radoucissement de la température les derniers jours de novembre; à Paris, du 26 au 30, excès moyen +6°,7, et le 26 +7°,7; à Strasbourg, du 27 au 30, excès moyen +5°,5, et le 29 +7°,3; à Vienne, du 28 au 30, excès moyen +5°,2, le 29 +7°,9; à Varsovie, du 28 au 30, excès moyen +3°,4, et le 29 +5°,1. L'amplitude totale de l'anomalie de novembre a été à Paris de 17°,3; à Strasbourg, de 20°,6; à Vienne, de 18°,5; à Varsovie, de 20°,0. Plus à l'est, à Moscou et à Nicolajew, le froid

ne commence que le 1er novembre ; il dure à Moscou jusqu'au 24 novembre avec un abaissement moyen de —6°,6 ; le plus grand froid a eu lieu du 15 au 22 avec un abaissement moyen de —9°,7, et le 16 de —15°,0. A Nicolajew, le froid dure du 1er au 28 novembre avec un abaissement moyen de —3°,7 ; le plus grand froid a eu lieu du 10 au 12 avec un abaissement moyen de —7°,7 et le 11 de —10°,8. Du 25 au 30 novembre, la température présente à Moscou un excès moyen de +1°,8, et le 29 et le 30 de +8°,3. Le radoucissement n'a lieu à Nicolajew que le 29 et le 30 avec un excès de +9°,8, et +4°,2 pour ces deux jours. L'amplitude de l'anomalie de novembre est ainsi de 23°,3 pour Moscou et de 20°,6 à Nicolajew. A Pétersbourg, la marche est encore différente ; après un abaissement moyen de —4°,3, du 29 octobre au 1er novembre, la température se radoucit du 2 au 6 novembre, de façon à présenter un excès de +2°,4. Pétersbourg est la seule des stations comprises dans le bulletin qui présente un excès positif du 2 au 6 novembre ; il en résulte cette anomalie très-exceptionnelle que, pendant ces cinq jours, la température était plus élevée à Pétersbourg que dans toutes les autres stations indiquées ci-dessus, non-seulement d'une façon relative, mais même d'une façon absolue. Ainsi du 3 au 6, la moyenne de 8 heures du matin à Pétersbourg est de +2°,8 ; à Florence, de +1°,3 seulement, et à Bayonne, de +1°,8. A Pétersbourg il faisait ainsi plus chaud qu'à Florence de + 1°,5 d'une manière absolue, et de 12°,5 d'une manière relative ; relativement à Bayonne, la différence absolue était de + 1°,0, et la différence relative de +12°,3. La période de froid commence à Pétersbourg le 7 novembre, et dure jusqu'au 27, avec un abaissement moyen de —5°,6 ; le plus grand froid a eu lieu du 15 au 22 avec un abaissement moyen de —8°,9, et le 21 de —13°,1. C'est justement pendant cette période qu'un radoucissement de la température avait lieu dans le midi de la France et dans la région méditerranéenne, de telle sorte que

la différence absolue de température entre Florence et Pétersbourg était, du 16 au 19 novembre, de +23°,4, soit de 11°,7 plus forte qu'elle n'aurait dû être à cette époque de l'année; entre Bayonne et Pétersbourg, de +26°,3, soit de 14°,3 au-dessus de sa valeur normale. Il y a ainsi une différence de 24°,2 si on compare les anomalies relatives à Pétersbourg et à Florence pour les périodes du 3 au 6 novembre et du 16 au 19 novembre, et de 26°,6 si on compare Pétersbourg et Bayonne. A Pétersbourg, la température s'élève à partir du 28 novembre, et elle présente un excès de +6°,3 le 29 et le 30, l'amplitude totale de l'anomalie étant de 19°,4 pendant ce mois.

En résumé, et autant qu'on peut en juger par les données incomplètes que fournit le bulletin (incomplètes soit par le manque de stations pour une partie considérable de l'Europe, soit parce que l'on est obligé de déduire la température d'un jour de celle d'une seule heure, 8 heures du matin), le froid de novembre semble s'être propagé à travers l'Europe, en cheminant de l'ouest à l'est. Dans les derniers jours d'octobre, la pression atmosphérique était forte dans l'ouest, faible à l'est, l'équilibre s'établit par un double courant; tandis qu'un courant froid du nord-est est superposé dans le nord-est de l'Europe au courant du sud-ouest, ce courant produit dans l'ouest de l'Europe un fort vent du nord-est, qui atteint une intensité extrême dans la région méditerranéenne; ainsi, à Avignon, on a eu les derniers jours d'octobre un mistral violent; à Genève, une bise d'une violence peu commune, et qui a produit plusieurs accidents; à Florence et à Livourne également, un vent du nord-nord-est très-violent. Du 4 au 9 novembre, l'équilibre de pression est rétabli à l'ouest et à l'est de l'Europe, le baromètre étant partout un peu au-dessus de la moyenne. Pendant la période du plus grand froid pour la région moyenne de l'Europe, le baromètre est très-élevé dans cette région, tandis qu'il est bas à Pétersbourg et à Moscou. Puis la pres-

sion présente une diminution très-considérable dans l'ouest de l'Europe du 13 au 18 ; à cette diminution de pression, accompagnée de vents du sud-ouest, correspond l'élévation de température, qui s'est fait sentir seulement dans le midi de la France et dans la région méditerranéenne. Enfin, le radoucissement de la température des derniers jours de novembre s'est également propagé de l'ouest à l'est à travers l'Europe, il a été accompagné d'une forte baisse du baromètre, qui s'est d'abord manifestée à l'ouest pour s'étendre successivement à l'est ; ainsi, le 27 novembre, la pression était de 24 à 25 millimètres plus faible à Paris qu'à Pétersbourg, tandis que le 29 et le 30 la pression était presque la même dans les deux stations, et inférieure à la moyenne.

DE L'INFLUENCE DE LA PRESSION SUR LA CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE DES MÉTAUX

PAR

M. le professeur ÉLIE WARTMANN.

Plus on s'efforce d'utiliser les propriétés de la matière, plus on est conduit à de nouvelles recherches sur les modifications que ces propriétés peuvent subir dans certaines circonstances. Ainsi, dans la gigantesque entreprise de relier les deux mondes par un câble transatlantique destiné au service de la télégraphie, on a fait intervenir un élément dont l'étude avait été négligée jusqu'ici, je veux parler de l'influence de la pression sur la conductibilité électrique des métaux. Ce câble, étendu sur un fond peu accidenté, qu'on nomme plateau télégraphique, se trouve immergé, sur une longueur de 19 myriamètres, à une profondeur moyenne de plus de 3000 mètres, laquelle atteint, à son maximum, la valeur de 3790 mètres. Là, il est soumis à une pression égale à 366 atmosphères. Or, l'abaissement de tem-

pérature de congélation de l'eau par l'effet d'une compression plus de vingt fois moindre, découvert par M. W. Thomson[1], les faits analogues constatés par M. R. Bunsen[2] sur le point de solidification du spermacéti et de la paraffine exposés à des pressions croissant jusqu'à 156 atmosphères, enfin l'altération dans la faculté conductrice de fils de fer et de cuivre traversés par un courant voltaïque lorsqu'on les étire[3], permettaient de soupçonner que la résistance des métaux au passage des flux électriques serait modifiée par un rapprochement moléculaire forcé.

Mes expériences ont été faites sur des fils de cuivre très-doux, épais de $1^{mm},3$ de diamètre, recouverts d'une couche de gutta-percha qui portait leur épaisseur à $3^{mm},1$. Comme moyen de compression, j'ai employé d'abord un piézomètre d'Œrsted, où l'on peut atteindre 9 atmosphères, et à l'intérieur duquel le fil, baigné d'eau de toutes parts, se trouvait dans des conditions semblables à celles des câbles sous-marins. Adoptant la méthode indiquée par M. Christie et M. Wheatstone, et qui est connue sous le nom de pont électrique, j'ai partagé le courant d'une pile de six grands couples de Bunsen entre le fil à essayer et un conducteur auxiliaire convenable ; puis j'ai mis en relation avec chacun d'eux une des extrémités du fil gros et court d'un excellent rhéomètre de Ruhmkorff, de telle sorte que, les deux courants qui tendaient à le parcourir se faisant équilibre, l'aiguille se fixât à zéro. Tous les contacts invariables de ce circuit complexe étaient solidement assurés par des soudures. La pince mobile à mâchoires convexes qui terminait d'une part le fil rhéométrique, une fois arrivée au point pour lequel la déviation était nulle, y était maintenue par une vis de pression à l'abri de tout ébranlement.

[1] *Phil. Mag.*, tome XXXVII, page 123 ; 1850.
[2] *Pogg. Ann.*, tome LXXXI, page 562 ; 1850.
[3] W. Thomson, dans les *Trans. of the Royal Society of London*, 1856, page 734.

Malgré l'extrême sensibilité de ce procédé d'épreuve, l'effet du piézomètre a été imperceptible. J'ai dû lui substituer une machine beaucoup plus puissante, et à défaut d'une presse hydraulique appropriée, j'ai soumis dans l'air le fil, replié en zigzag sur une longueur de $0^{m},92$, à une pression portée progressivement à 5770 kilogrammes, ce qui équivaut à plus de 400 atmosphères. Désireux de ne pas produire une déformation permanente dans la cylindricité du fil de cuivre, j'ai placé entre lui et les plaques d'acier destinées à le comprimer deux feuilles épaisses de gutta-percha dont la surface n'a conservé presque aucune empreinte du corps qu'elles enserraient.

Je suis ainsi parvenu à constater :

1° Qu'une pression de trente atmosphères (valeur relative à la sensibilité de mon rhéomètre) diminue la conductibilité du fil qui la supporte ;

2° Que cette diminution augmente avec l'accroissement de la pression ;

3° Qu'elle demeure constante pour chaque pression aussi longtemps que celle-ci ne varie pas ;

4° Qu'enfin la conductibilité reprend exactement sa valeur première lorsqu'on supprime la force comprimante.

Ces résultats, intéressants pour l'ingénieur, le géologue et le physiologiste, établissent une nouvelle analogie entre l'électricité, la chaleur et la lumière. On se rappelle, en effet, les belles expériences par lesquelles M. de Senarmont[1] a démontré : 1° que toute augmentation artificielle de densité chez un solide non cristallisé diminue, dans le sens où elle s'exerce, la conductibilité de ce corps pour la chaleur ; 2° que dans les milieux homogènes en équilibre forcé, l'allongement ou l'aplatissement de l'ellipsoïde thermique correspond nécessairement à l'allongement ou à l'aplatissement de l'ellipsoïde optique.

Genève, 5 décembre 1858.

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, du 8 mai 1848.

MÉMOIRE
SUR
LA POLARISATION GALVANIQUE

Par M. le capitaine-lieutenant NICOLAS TIRTOFF
Professeur de physique à l'École impériale des cadets de marine à Saint-Pétersbourg.

(Lu à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, dans la séance du 2 décembre 1858.)

Pour opérer la décomposition chimique de différentes dissolutions salines par le courant galvanique, on emploie souvent des électrodes de platine, et il arrive quelquefois que les deux gaz, l'oxygène et l'hydrogène, se dégagent à l'état libre. Cette circonstance, produisant *la polarisation*, diminue la force électromotrice du courant. Ordinairement l'intensité de la polarisation ne reste pas constante (comme MM. Lenz et Saveljew l'ont prouvé par leurs expériences), non-seulement pour des électrodes de différents métaux, mais même pour des électrodes du même métal, tel que le platine, par exemple.

Les liquides qu'on décompose contiennent ordinairement de l'air en dissolution ; mais pendant la décomposition leur température s'élève par l'action du courant, ce qui fait diminuer la quantité d'air en dissolution et l'adhésion des gaz contre les électrodes.

Ayant pris en considération ces circonstances, j'ai cru qu'elles pourraient influencer sur le changement de polarisation pendant la décomposition. Pour constater mon opinion, et pour m'assurer par des expériences directes si la polarisation dépend de la pression atmosphérique sur le liquide décomposable et de l'air en dissolution dans ce liquide, ou si elle dépend tout simplement du dégagement d'oxygène et d'hydrogène à l'état naissant, et si l'adhésion plus ou moins longue de ces gaz contre les électrodes n'a aucune influence sur la polarisation, j'ai entrepris les expériences dont je vais rendre compte.

Je me suis servi de huit paires de Daniell, et j'ai introduit dans le circuit galvanique le multiplicateur de M. Nervander (avec une hélice électro-magnétique) qui y est resté pendant toute la durée des expériences. Outre cela, j'avais introduit encore ou l'agomètre (rhéostat) seul, ou l'agomètre accompagné du voltamètre avec électrodes de platine, afin que le courant pût circuler simultanément par cet appareil composé.

Le voltamètre a été presque complétement rempli d'acide sulfurique étendu d'eau (10 parties d'acide sulfurique pour 100 parties d'eau), à la température de 16°,4 R. La surface de chacun des électrodes avait un pouce carré, et la distance entre eux était de deux lignes anglaises. Au travers du bouchon du voltamètre était introduit un thermomètre dont le réservoir cylindrique plongeait dans le liquide. Les gaz se dégageant du voltamètre passaient par un tube contenant du chlorure de calcium[1], tube dont l'extrémité communiquait avec une machine pneumatique.

J'ai divisé mes expériences en trois séries. 1° J'ai déterminé la valeur de la polarisation à l'état normal du voltamètre, c'est-à-dire sous l'influence de l'air en dissolution et de la pression complète de l'atmosphère. 2° Ensuite j'ai déterminé la valeur de la polarisation sous l'influence de la pression complète de l'atmosphère et des gaz dégagés, mais après avoir préalablement débarrassé le liquide de l'air en dissolution. 3° Enfin, le liquide étant purgé d'air, j'ai déterminé la valeur de la polarisation sous l'influence de l'air raréfié à un certain degré; pendant toute la durée de l'expérience, les gaz étaient constamment enlevés au moyen d'une machine pneumatique.

Chaque série d'expériences a été commencée par l'observation du nombre de tours du fil de l'agomètre, correspondant à une certaine déviation de l'aiguille aimantée du multiplica-

[1] Je me suis assuré, par des expériences préliminaires, que la quantité employée de chlorure de calcium était bien suffisante pour le desséchement complet des gaz et l'absorption des vapeurs d'eau sortant du voltamètre.

teur ; ensuite j'ai introduit le voltamètre dans le circuit (en examinant en même temps la température du liquide soumis à la décomposition), j'ai observé de nouveau le nombre de tours de l'agomètre correspondant aux mêmes déviations du multiplicateur, et j'ai observé encore la température du liquide. Enfin, j'ai achevé la série de mes expériences en observant l'agomètre de la même manière qu'au commencement de la série [1]. Cette dernière observation avait pour but de savoir à quel point la pile reste constante durant les observations.

Dans chaque série d'expériences, pendant la décomposition, la température du liquide s'élevait à 1°,4 R. La valeur moyenne de la pression atmosphérique pendant les trois séries était égale à 599,8 demi-lignes angl., et la température accusée par le thermomètre libre 17° R. De même, dans chaque observation particulière, j'ai pris la valeur moyenne entre les chiffres indiquant le nombre de tours de l'agomètre correspondant à la même déviation de l'aiguille du multiplicateur.

Pour donner plus de clarté à mes recherches, je vais exposer chaque série d'expériences, telles qu'elles ont été faites.

Ire SÉRIE.

Le circuit galvanique renfermant l'agomètre (*sans voltamètre*).

Déviations du multiplicateur.	Forces du courant correspondant [2].	Nombres de tours de l'agomètre.	Nombre moyen de tours pour 10° de déviation.
10°	10,064	26,236	
15°	15,257	β=15,242	α=26,181
10°	10,064	26,126	

[1] En calculant la polarisation, j'ai pris la valeur moyenne entre les nombres de tours de l'agomètre, correspondant au même nombre de degrés de déviation du multiplicateur.

[2] La force du courant, prise pour unité, est celle qui correspond à 1 degré de déviation de l'aiguille aimantée du multiplicateur, ce qui équivaut à 0,718235 centimètre cube de mélange d'oxygène et d'hydrogène, à une température 15°,8 R. produit en une minute, sous la pression =594,62 demi-lignes angl. à 12°,2 R. du thermomètre libre.

Le circuit renfermant l'agomètre et le voltamètre.

Déviations du multiplicateur.	Forces du courant correspondant.	Nombres de tours de l'agomètre.	Nombre moyen de tours pour 10° de déviation.
10°	10,064	14,924	
15°	15,257	$b'=$ 7,490	$a'=14,849$
10°	10,064	14,775	

Le circuit renfermant l'agomètre (sans voltamètre).

Déviations du multiplicateur.	Forces du courant correspondant.	Nombres de tours de l'agomètre.	Nombre moyen de tours pour 10° de déviation.
10°	10,064	26,082	
15°	15,257	$\beta'=15,320$	$\alpha'=26,071$
10°	10,064	26,060	

J'ai représenté de la manière suivante par le calcul la valeur de la polarisation pour cette série d'expériences :

Désignons par a la moyenne entre α et α', et par b la moyenne entre β et β' ; soit k la force électromotrice d'un élément, F la force du courant correspondant à une des déviations observées du multiplicateur, F′ celle d'une autre déviation, et p la polarisation; nous aurons :

$$a = 26,126 \qquad b = 15,281$$
$$a' = 14,849 \qquad b' = 7,490$$

La formule de M. Ohm nous donne :

$$k = \frac{FF'}{F-F'}\,(a-b),$$

$$k-p = \frac{FF'}{F-F'}\,(a'-b').$$

Nommons C le coefficient constant $\frac{FF'}{F-F'}$ dans ces deux formules, et soit $(a-b) = \Delta$, et $(a'-b') = \Delta'$. Les formules précédentes se changent en :

$$k = C\,\Delta$$

et

$$k-p = C\,\Delta'$$

d'où

$$p = C\,(\Delta-\Delta')$$

Or, dans cette série, $\Delta = 10,845$ et $\Delta' = 7,359$ et la valeur du coefficient constant $C = 29,57$.

Par conséquent, cette série d'expériences nous donne la valeur

$$p = 103,08.$$

IIme SÉRIE.

Le circuit contenant l'agomètre (sans voltamètre).

Déviations du multiplicateur.	Forces du courant correspondant.	Nombres de tours de l'agomètre.	Nombre moyen de tours pour 10° de déviation.
10°	10,064	26,060	
15°	15,257	15,217 = β	$\alpha = 26,030$
10°	10,064	26,000	

Le circuit contenant l'agomètre et le voltamètre.

Déviations du multiplicateur,	Forces du courant correspondant,	Nombres de tours de l'agomètre.	Nombre moyen de tours pour 10° de déviation.
10°	10,064	14,700	
15°	15,257	7,306 = b'	$a' = 14,741$
10°	10,064	14,782	

Dans cette expérience, avant chaque observation, je débarrassais le liquide de l'air et des gaz en dissolution au moyen de la machine pneumatique, dont l'éprouvette barométrique indiquait une différence de 0,35 pouce anglais avec le baromètre à l'air libre. Après cela je laissais entrer l'air sous le récipient de la machine pneumatique, afin que les gaz se dégageassent du voltamètre sous la pression ordinaire de l'atmosphère.

Le circuit contenant l'agomètre (sans voltamètre).

Déviations du multiplicateur.	Forces du courant correspondant.	Nombres de tours de l'agomètre.	Nombre moyen de tours pour 10° de déviation.
10°	10,064	25,880	
15°	15,257	15,010 = β'	$\alpha' = 25,911$
10°	10,064	25,943	

Représentant la polarisation correspondant à la seconde série par p', et conservant les mêmes dénominations qui ont

été admises pour les différentes valeurs dans la première série, nous aurons :

$$a = 25{,}970 \qquad b = 15{,}113$$
$$a' = 14{,}741 \qquad b' = 7{,}306$$
$$\Delta = 10{,}857 \qquad \Delta' = 7{,}435$$

Par conséquent :

$$p' = 100{,}19.$$

IIIme SÉRIE.

Le circuit comprenant l'agomètre (sans voltamètre).

Déviations du multiplicateur.	Forces du courant correspondant.	Nombres de tours de l'agomètre.	Nombre moyen de tours pour 10° de déviation.
10°	10,064	25,839	
15°	15,257	15,065 = β	α = 25,883
10°	10,064	25,927	

Le circuit comprenant l'agomètre et le voltamètre.

Déviations du multiplicateur.	Forces du courant correspondant.	Nombres de tours de l'agomètre.	Nombre moyen de tours pour 10° de déviation.
10°	10,064	14,447	
15°	15,257	b' = 7,112	a' = 14,428
10°	10,064	14,410	

Dans cette expérience j'ai débarrassé préalablement le liquide de l'air et des gaz en dissolution, et pendant toute la durée de chacune des déviations observées, les gaz ont été constamment enlevés au moyen de la machine pneumatique, c'est-à-dire que les gaz se dégageaient dans l'air raréfié. Dans ce cas, la différence entre le baromètre de la machine et le baromètre libre était = 0,5 pouces angl.

Le circuit comprenant l'agomètre (sans voltamètre).

Déviations du multiplicateur.	Forces du courant correspondant.	Nombres de tours de l'agomètre.	Nombre moyen de tours pour 10° de déviation.
10°	10,064	26,023	
15°	15,257	15,187 = β'	α' = 26,030
10°	10,064	26,037	

Représentant la polarisation correspondante à la troisième série par p'', et conservant les mêmes dénominations qui ont été admises pour les différentes valeurs dans les deux premières séries, nous aurons :

$$a = 25{,}956 \qquad b = 15{,}126$$
$$a' = 14{,}428 \qquad b' = 7{,}112$$
$$\Delta = 10{,}830 \qquad \Delta' = 7{,}316$$

Par conséquent :

$$p'' = 103{,}90.$$

Les trois valeurs de la polarisation :

$$p = 103{,}08$$
$$p' = 100{,}19$$
$$p'' = 103{,}90$$

tirées des trois séries d'expériences, diffèrent si peu entre elles qu'on peut négliger cette petite différence sans un grand inconvénient, surtout si l'on prend en considération la grande diversité des circonstances dans lesquelles chaque série a été faite. Il résulte évidemment de là que *la polarisation ne dépend pas du tout de la pression atmosphérique sur le liquide décomposable, non plus que de l'attraction qui retient plus ou moins longtemps les gaz sur les électrodes*; mais qu'avec toute raison, elle doit être attribuée au dégagement d'oxygène et d'hydrogène à *l'état naissant*, et peut-être à l'absorption des gaz par la substance même des électrodes. En effet, si petite que soit cette absorption, ne peut-elle pas produire la variation de polarisation galvanique?

La valeur moyenne de la polarisation tirée de mes expériences excède de 2,55 la valeur moyenne de la force électromotrice k d'un seul élément. Ce dernier nombre est à fort peu de chose près celui que MM. Lenz et Saveljew ont obtenu dans leurs expériences.

OBSERVATIONS

SUR LES

MŒURS DE DIVERS OISEAUX DU MEXIQUE

Par M. H. de SAUSSURE.

(Suite et fin [1].)

IV. — LES TROUPIALES.

Si les Pics nous ont étonnés par leurs ingénieux procédés, si les Colibris paraissent être les joyaux vivants de la nature, si enfin les Vautours ont droit à notre respect par l'utilité incontestable de leurs fonctions prosaïques, le Troupiale, à son tour, est essentiellement l'ami de l'homme et le compagnon nécessaire du foyer domestique. Aucun oiseau ne joue au Mexique un plus grand rôle que les Troupiales ; le nombre de leurs espèces, la quantité de leurs individus sont si considérables que de toutes parts ils ornent le pays de l'éclat de leur plumage et remplissent l'air de l'aigreur de leurs cris. Ils peuplent les arbres des jardins, ils animent les déserts de sable, ils brillent sur les bords des lagunes; ils sont semés sur la verdure des marais comme autant de fleurs rouges et jaunes ; ils vont même jusque dans les rues des villes étaler les brillants reflets de leur plumage métallique. Le Troupiale est l'ami des troupeaux, l'auxiliaire du planteur, l'ornement des campagnes. Oiseau moitié champêtre, moitié domestique, il garde les abords des habitations, il suit les troupeaux dans les prairies ; en un mot, il se complaît partout où il se sent en bonne compagnie. Quelle que soit la région du Mexique qu'on parcoure, toujours on y rencontre les Troupiales réunis en cohortes nombreuses. Ils se promènent tantôt pleins de gravité, tantôt animés d'une sorte de pétulance. Leur familiarité est aussi re-

[1] Voyez *Bibl. Univ. (Archives)*, numéro d'octobre 1858, p. 168.

marquable que la variété de leurs couleurs ; toutefois, la plupart des espèces ont un plumage d'un beau noir métallique, qui les fait ressembler aux merles, à tel point que les Espagnols leur en donnent le nom[1]. Il en est d'autres qui portent une longue queue, et qu'on prendrait volontiers pour des pies : ce sont les Quiscales[2].

Ces oiseaux ont en général un regard singulier, parce qu'au milieu de leur livrée de charbon, on voit percer un œil rouge-feu, ou même blanc comme la porcelaine. Lorsqu'ils se promènent devant vous, ils ont l'habitude de vous regarder en renversant gracieusement la tête de côté, et démasquent ainsi cet œil, qui contraste si fort avec le noir de jais de leur plumage.

A l'entrée des villes, le Troupiale sautille gaîment à côté du voyageur. Sa gentillesse lui gagne les bonnes grâces du passant, qu'il escorte avec une parfaite confiance. L'amabilité de ses manières le fait prendre en affection, et dans bien des lieux il jouit d'un repos si complet que, non content d'habiter les rues des villes, il pénètre jusque dans les vestibules et vient hardiment glaner les miettes qui tombent des tables. D'autres espèces de plus petite taille, qui ressemblent à nos étourneaux pour les formes et le plumage, habitent en grandes troupes autour des sucreries, se perchant sur les arbres, hantant les cours et les fumiers, ou suivant le sillon de la charrue pour piqueter les insectes que le soc met à nu.

Le point saillant des mœurs de ces oiseaux gît dans cet instinct social qui les fait vivre par troupes, à la manière de nos étourneaux, mais ils ont des habitudes beaucoup plus terrestres ; c'est presque toujours sur le sol que ces bandes d'oiseaux se posent et se promènent, et c'est sur la terre qu'elles cherchent leur nourriture. Enfin elles établissent toujours leur résidence autour des lieux habités, sans doute parce que

[1] Tordos.

[2] Surtout le *Quiscalus macrourus*, Sw.

les fumiers et les cours où se perdent de nombreux objets de rebut, leur offrent un entretien facile. Aussi, dans les terres chaudes comme dans les terres froides, il n'est pas d'habitation dont les abords ne soient animés par plusieurs bandes de ces charmants oiseaux. Ils poussent la sociabilité jusqu'à suivre l'homme dans les lieux les plus ingrats. On les rencontre même dans les grandes plaines de sable qui s'étendent sur le plateau de l'Anahuac, et dont pendant six mois toute végétation est bannie. Là les haciendas comme les chaumières s'élèvent tristement isolées au sein d'une région nue, veuve de toute végétation, où l'on erre des journées entières sans découvrir un arbre pour reposer la vue, sans rencontrer un être vivant pour ranimer l'esprit abattu du voyageur. Les autres oiseaux s'enfuient en automne avec la vie de la nature, et laissent le pays désert ; les Troupiales seuls n'abandonnent pas cette contrée maudite, mais continuent à animer de leurs joyeuses bandes le domicile solitaire de l'homme. Ils se promènent gaîment autour de sa résidence, au milieu des sables poudreux, ou enveloppent les toits de leurs gracieux tourbillons. Sans préférence et sans mépris, ils favorisent l'humble chaumière de l'Indien aussi bien que le porche antique de l'haciendero, et viennent au sortir de la maison se pavaner gravement sous les pas du propriétaire, le narguer de leurs yeux rouges, blancs, noirs, se souciant peu de se déranger pour faire place au passant.

Ces bandes sont composées d'oiseaux de mœurs éminemment sociales. D'autres espèces ne jouissent peut-être pas au même degré de l'instinct social ; cependant elles aiment à vivre en société, mais ne sachant se réunir entre elles, elles vont se joindre aux bandes de races plus petites, au milieu desquelles on les voit se promener avec toute la dignité que doit inspirer la supériorité de leur taille.

Chaque espèce, parmi ces races multiples, a pour ainsi dire son sol qui lui est propre ; les unes préfèrent les plaines de

sable, d'autres la lisière des bois ou les clairières, mais on ne les rencontre jamais dans l'intérieur des forêts; d'autres encore ne hantent que les prés humides ou marécageux. Ici aucune chaumière n'attire le Troupiale, la plaine est nue et déserte, mais c'est encore la présence de l'homme qui lui sourit dans ces lieux. C'est là qu'il va suivre les troupeaux, car partout où l'homme ou ses servtieurs ont passé, le Troupiale sait découvrir des reliefs estimables. Dans les prés humides la fiente des bêtes à cornes surtout lui offre une pitance appropriée à ses goûts. C'est là en effet qu'affluent les moucherons, les vers, les insectes de tout genre qui lui fournissent à très-bon compte la plus succulente des nourritures. Au milieu des terres froides du plateau, dans les marais qui ne sont guère que des prés vaseux et dépourvus d'arbres, l'air est rempli du cri aigre et bizarre des Troupiales, qui y vivent par milliers; les plus belles espèces semblent y élire domicile. Le Commandeur[1] surtout, cet oiseau brillant, si remarquable par la vive couleur de ses épaulettes, tantôt rouges, tantôt jaunes, forme la population ailée de ces lieux. Dans presque tous les prés humides, il vit en immense abondance; on y rencontre néanmoins plusieurs autres espèces, et il s'y mêle toujours quelques-uns de ces grands Quiscales noirs, dont la longue queue rend le vol lourd et singulier. Mais tous les oiseaux ne se réunissent pas en troupes serrées; leurs nombreux individus sont au contraire éparpillés sur toute la surface des prés, recherchant chacun de son côté les êtres qui grouillent dans la vase. Elles ne sont point non plus marcheuses, elles ne se promènent guère. Après avoir happé tous les vermisseaux à sa portée, chaque individu s'enlève de ce vol lourd et irrégulier qui leur est propre, en poussant des cris aigres, et se transporte à une petite distance pour recommencer bientôt. Lorsque ces oiseaux sont posés à terre, ils sont tellement occupés à picoter dans la vase, qu'ils ne s'aperçoivent guère de

[1] *Icterus phœnicophœus*, Temm.

l'approche du chasseur, et s'ils s'en aperçoivent, ils ne cherchent pas à le fuir en marchant, mais ils prennent leur vol sans faire un pas. Grâce à cette habitude de ne point se promener sur le sol, le Commandeur est obligé de s'envoler à tout instant, parce qu'il a toujours assez vite exploré le cercle à portée de son bec, et que dès lors il est obligé de changer de place. Il ne se pose donc que pour s'envoler de nouveau, et comme chaque fois il se transporte à quelques centaines de pas, il a l'air de ne vouloir se trouver à son aise que là où il n'est pas.

C'est un spectacle curieux que celui d'une verte prairie ainsi émaillée de points rouges et jaunes, et toute semée d'innombrables oiseaux, sans cesse occupés à changer de place. C'est un va-et-vient continuel de volatiles qui s'entre-croisent dans les airs en poussant des cris étranges, un véritable jeu de cache-cache aérien, mêlé de l'apparition plus rare d'oiseaux d'espèces différentes dont le vol varié forme une diversion intéressante au milieu de cette foule ailée.

Les Troupiales ne sont pas seulement les habitants des marais; ils sont aussi les amis des vaches; il n'y a pas de troupeaux sans Troupiales, et ces oiseaux prennent avec la race bovine les plus singulières libertés. Ils se perchent sur le cou des vaches, sur leur échine et au bout de leurs cornes; les vaches et les taureaux tolèrent cette familiarité, à charge aux Troupiales de les débarrasser de leur vermine. Dans les grandes chaleurs du jour, les taureaux s'enfoncent dans le limon des bords des lagunes, sous lequel ils cherchent à se soustraire aux ardeurs du soleil et à la poursuite des maringouins. Le bout de leurs naseaux seul fait saillie à la surface de la vase où leur corps est immergé, et cet îlot de chair vive sert invariablement de piédestal à quelque Commandeur vigilant, gardien sévère des narines de son hôte, dans lesquelles aucun maringouin ne saurait se risquer sans être gobé à l'instant. On conçoit ce qu'une pareille réciprocité offre de charmes pour l'un et l'autre des partis, et combien cette entente tacite entre

le quadrupède et l'oiseau doit cimenter leur amitié naturelle. D'une part, le bœuf appelle de tous ses vœux le Troupiale, dont le bec lui chatouille agréablement les narines et le met à l'abri d'intolérables piqûres ; de l'autre, quel avantage pour l'oiseau de trouver sur ces îlots charnus un piége tout amorcé tendu à son gibier favori. Quel est le naturaliste qui, abordant dans ces parages, a résisté à la tentation d'abattre d'un coup de fusil un de ces brillants oiseaux, et quelle n'a pas été son émotion en voyant sous le corps de sa victime légère le sol se boursouffler, soulever un flot de vase, et vomir un monstre marin qui, blessé au vif, fond avec impétuosité sur l'imprudent agresseur!

La première fois que le spectacle d'un marais de ce genre vient frapper la vue, on ne peut se défendre d'un sentiment profond d'étonnement. Cette plaine verte toute remplie de vie, de cris divers, toute bigarrée d'oiseaux rouges, jaunes ou noirs, sans cesse agités, et entre lesquels se meuvent les cohortes des spatules rouges, des tantales blancs, des ibis pourprés et des échassiers de toutes nuances, c'est là un spectacle qui ressemble à une grande fantasmagorie, à une saturnale de la nature à laquelle l'homme assiste en étranger. Puis tout à coup le soleil disparaît à l'horizon, les cris cessent, les oiseaux s'envolent, le spectacle est terminé et le charme a disparu. Le repos de la nuit a succédé à ces scènes animées et il semble qu'une véritable férie vient de s'évanouir comme par enchantement.

Nous avons vu certaines catégories de Troupiales habiter de préférence les plaines et vivre en troupes, d'autres préférer les marais et s'assembler en grand nombre dans un même lieu, sans toutefois se grouper par société. Il est d'autres races qui ne semblent plus jouir de cet instinct social et dont le genre de vie est différent encore. Ce sont ces espèces assez nombreuses, pour la plupart à brillante livrée

noire et jaune, qui vivent disséminés dans les arbres et les buissons[1]. Elles sont surtout remarquables par l'habileté qu'elles déploient dans les constructions du berceau de leur progéniture. C'est principalement le long des ruisseaux et des étangs que ces charmants oiseaux établissent leur domicile ; ils choisissent de préférence les arbres qui bordent les cours d'eau, et vont suspendre leurs nids aux branches qui les surplomblent. Ces nids ont la forme d'une longue bourse dont l'entrée est latérale. L'oiseau les construit avec un art remarquable, au moyen de brins de lianes et de plantes grimpantes qu'il entrelace de façon à obtenir une sorte de filet grossier, au fond duquel il dépose ses œufs. Rien n'est plus commun que ces gracieux édifices que le vent agite au-dessus de l'onde paisible des rivières.

Le genre de vie des Troupiales mériterait d'être étudié avec soin ; il offrirait sans doute des particularités du plus haut intérêt dans les instincts multiples de leurs nombreuses espèces. Les Baltimores habitent par paires, comme le font les oiseaux solitaires ; les Commandeurs établissent leurs nids en grande quantité dans les roseaux ; mais quant aux espèces qui vivent en troupes elles doivent offrir de fréquentes singularités dans la nidification.

En effet les oiseaux sociaux se dispersent en général pendant une partie de l'année pour vaquer aux soins de leur progéniture ; les sociétés sont alors rompues, et même presque dissoutes. Il n'en est point de même chez les Troupiales. Certaines espèces se rassemblent par bandes sur le même arbre, et le couvrent d'une quantité de nids. Mais je fus frappé d'en voir d'autres continuer à se promener en troupes autour des maisons, sans avoir l'air de s'inquiéter le moins du monde de leurs devoirs matrimoniaux, comme si la nature ne leur imposait aucune fonction de ce genre. Je supposai dès lors que, puisque au moment de la réunion des sexes ils prenaient autant de bon

[1] Les Carouges et les Baltimores.

temps, c'est que probablement ils se déchargeaient sur les autres de leurs soucis domestiques. Sans doute chaque espèce a ses procédés spéciaux ; voici, pour l'une d'elles au moins, le secret de ses expédients.

Je veux parler d'un petit Troupiale noir, un peu moins gros que le merle, à l'œil rouge, et qui se trouve le plus souvent mêlé à des congénères de plus grande taille, probablement le *Molothrus æneus* de Cabanis. Cet oiseau ne construit pas de nid, mais trouve plus commode d'aller chercher celui d'un gros moineau brun qui a l'habitude de l'établir par terre. Il vient en se promenant dans l'herbe guetter le moment où celui-ci, après avoir pondu, s'éloigne un instant de son nid, à la recherche de quelque nourriture, s'en approche, s'y installe sans façon, jette dehors tous les œufs du moineau, à l'exception d'un seul, à côté duquel il pond le sien. Le rusé Troupiale se promène ainsi de nid en nid, au grand détriment des moineaux et peut-être aussi de plusieurs autres espèces, détruisant partout les héritiers légitimes de la demeure et confiant le soin de sa progéniture à la tendresse de ceux qu'il dépouille. Après avoir ainsi usurpé la place et les soins qu'un industrieux oiseau préparait à sa propre famille, ce Coucou d'un nouveau genre va, dit-on, de temps en temps, rôder autour des nids pour surveiller la conduite de ses dupes[1]. Le moineau, plus laborieux que sage, couve l'œuf étranger avec le même amour maternel que le sien, élève le jeune Troupiale qui ne tarde pas à devenir plus gros que lui et qu'il ne suffirait pas à nourrir si la mère de l'intru n'avait eu la précaution de sacrifier plusieurs moineaux à son petit.

Mais si les Troupiales sont des oiseaux dénaturés, dépourvus de cette tendresse maternelle si générale chez les animaux de cette classe, ils n'en sont pas moins dignes de notre estime sous bien d'autres rapports, et leur utilité devrait les faire aimer de l'homme. Aucun oiseau peut-être ne détruit un nom-

[1] Cette assertion en indien me paraît avoir besoin d'être vérifiée.

bre d'insectes aussi considérable, et lorsqu'arrivent ces nuées de sauterelles qui dévastent des pays entiers, ce sont les bandes Troupiales qu'elles rencontrent pour premiers ennemis. Ceux-ci les dévorent avec délice et les déciment sans relâche. Après en avoir mangé leur soûl, ils ne quittent même pas la place sans emporter une sauterelle dans leur bec, et il est probable que c'est à l'abondance de ces oiseaux qu'est dû l'éclaircissement graduel qu'on aperçoit souvent dans les rangs de ces légions d'insectes. Ce seul fait n'a-t-il pas droit à la plus vive reconnaissance de l'homme, et ne doit-t-il pas concilier à nos oiseaux des égards justement mérités? Mais combien la reconnaissance des habitants du Mexique est loin d'équivaloir à ces services ! Quoique la chair des Troupiales ne soit guère délicate, ils en massacrent beaucoup pour les manger, et, loin de les couvrir de leur protection, ils ne semblent aspirer qu'à les détruire. Ils ont à leur égard ces mêmes préjugés aveugles qui, pendant si longtemps, ont présidé à la destruction des petits oiseaux de l'Europe. Sous prétexte que, comme les moineaux, ils se nourrissent occasionnellement de céréales, ils les détestent autant que nous avons détesté les moineaux, et ils vont dans leur fureur contre ces aimables parasites jusqu'à abattre tous les arbres du pays, parce que, disent-ils, les arbres attirent les oiseaux. Et c'est ainsi que, dans une contrée où la chaleur est suffocante, on se prive par une sotte manie des ombrages qui pourraient en tempérer les ardeurs. Cette mesure de destruction, tout au plus excusable en Europe, dans les districts où les granivores dominent trop fortement, a passé d'Espagne en Amérique. Ses effets déplorables ont été d'abord d'amener le déboisement total de certains districts, ensuite de priver d'abris les bandes décimées d'oiseaux qui sont presque la seule barrière à opposer à la plaie des sauterelles, et dont les rangs infiniment éclaircis laissent à ce fléau une liberté de développement souvent dangereuse [1].

[1] Je n'ai jamais remarqué que les Troupiales fissent au Mexique ces

V. — SUR LES COUROUCOUS.

La famille des Trogonides est représentée au Mexique par un grand nombre d'espèces, qui sont les *Trogon collaris*, *elegans*, *Massena*, *mexicanus*, *melanocephalus*, *citreolus*, et probablement d'autres encore. Toutes ces espèces appartiennent aux régions chaudes, à l'exception toutefois des *Tr. mexicanus* et *melanocephalus*, qui vivent dans les bois de sapin des terres froides, et qui s'élèvent dans les montagnes à une hauteur considérable. Il est curieux que les Couroucous, habitants exclusifs des climats tropicaux, aient encore des représentants à des hauteurs aussi considérables, comme, par exemple, sur les plus grandes montagnes du Mexique, au pic d'Orizaba, au Popocatepetl, etc., où ils se mêlent aux oiseaux de la faune boréale. A la différence de station correspond une différence de caractère. Ainsi, les Trogons des terres chaudes, ordinairement cachés sous des massifs de feuillage épais, où ils ne sont pas faciles à découvrir, se laissent approcher sans méfiance, tandis que ceux qui habitent les terres froides, vivant au milieu de forêts plus claires, où ils sont plus facilement aperçus, sont d'un naturel excessivement craintif; ils s'en-

dégâts prodigieux dont parle Wilson dans son *Ornithologie américaine*. Je ne les ai jamais vus non plus s'abattre en troupes réellement redoutables sur les champs. De plus, il n'y a que les Troupiales noirs qui vivent dans les champs. Les Commandeurs habitent presque exclusivement les marais, sans doute à cause de la grande sécheresse du pays. Les plaines marécageuses de la vallée de Mexico et les oasis humides qu'on rencontre par place au milieu des sables de l'Anahuac sont leurs lieux de prédilection. Ils n'arrivent guère en bataillons serrés comme aux États-Unis, et je n'ai jamais vu des bandes de Commandeurs s'attaquer aux céréales. Il est à présumer que les Troupiales en général préfèrent la nourriture animale, et ne font de tort aux cultures que lorsque les insectes viennent à manquer. (Voyez au sujet des dégâts que ces oiseaux occasionnent aux Etats-Unis l'*Ornithologie* de Wilson, et un excellent extrait de cet ouvrage par M. L. Necker. *Bibliothèque Universelle de Genève*, *Sciences et Arts*, tome VIII, 1818, p. 144.)

volent à la moindre apparence de danger, et l'on ne peut réussir à les tuer qu'à force de persévérance dans la poursuite ou grâce à une grande habileté à imiter leur cri. Ce cri est à peu près le même chez toutes les espèces : c'est un certain *kaou*, *kaou*, *kaou*, *kaou*, plus ou moins prolongé. Le mâle et la femelle l'emploient également pour s'appeler et se répondre. Le chasseur qui sait bien l'imiter dans la forêt ne tarde pas à l'entendre répéter par un de ces oiseaux, qui se rapproche bientôt de lui, et finit par venir se poser à portée de fusil.

Le *Trogon collaris*, l'un des plus communs des bois de la côte, reste ordinairement perché sur une branche, dans un état de complète immobilité, la tête enfoncée dans la poitrine. De temps en temps il pousse un cri court et grave, *kaou*, *kaou*, puis il rentre dans le silence et dans l'immobilité. S'il aperçoit quelque insecte volant près de lui, il s'envole pour l'attraper, et revient aussitôt se placer à son poste. Quelquefois cependant, surtout le matin, il se livre à une chasse active ; on le voit alors voleter en culbutant de côté et d'autre à la poursuite des insectes, en poussant son cri d'attaque *pirrrrrrr*, *pirrrr*, assez analogue à celui de certains Tyrans, et bien différent de son *kaou* du repos.

Les Couroucous nichent dans les troncs d'arbres creux. Au mois d'avril, on m'apporta deux œufs du *Tr. mexicanus*. Ils étaient d'un blanc pur et de forme ronde-ovée. Toutefois, les espèces ne nichent pas toutes de la même manière. Il existe au musée de Mexico un nid de *Pharomacrus moccino*, qui a la forme d'un cône tronqué ; il est attaché par son petit bout et va s'évasant vers le bas. L'entrée s'ouvre à sa face inférieure. Cette disposition singulière du nid, si différente de celle qu'on remarque chez les autres Couroucous, est évidemment la suite d'une nécessité frappante ; c'est sans doute la longue queue du mâle qui exige ce mode particulier de nidification, car la longueur de cet appendice ne lui permet pas de s'introduire

dans son nid autrement que de bas en haut, et lors même qu'il y est logé, la queue ne cesse de le dépasser et de pendre au dehors. C'est donc par sollicitude pour les belles plumes dorées de sa queue, que la nature a imposé à cet oiseau un supplément de travail et un instinct différent de ses congénères, qui pondent dans les trous des arbres, sans faire de nid proprement dit. C'est le cas de dire que, pour briller, il faut souffrir.

Le plumage éclatant des Couroucous devait naturellement attirer l'attention de tous les peuples qui, durant des siècles, se succédèrent au Mexique. Les Espagnols l'admirèrent et donnèrent le nom de *Pito réal* (oiseau royal) à ce brillant hôte des forêts. Chez les indigènes, il jouissait d'une haute réputation à l'époque de la conquête. De tout temps, et encore de nos jours, les Indiens du Mexique oriental ont attribué au cœur de cet oiseau la vertu de guérir la folie et l'épilepsie lorsqu'on le fait manger tout chaud aux patients. Les gens du plateau portent ses plumes en guise de talisman ou de spécifique contre la maladie fantastique qu'ils nomment *el aire*[1], et à laquelle ils rapportent à peu près tous leurs maux physiques et moraux. Avant la conquête, sous les Aztèques, les Couroucous étaient beaucoup chassés pour l'éclat de leurs dépouilles. Dans un ancien manuscrit mexicain fort détérioré, dont j'ai eu sous les yeux la traduction espagnole à Mexico, j'ai trouvé une liste des oiseaux que les Indiens des provinces méridionales du Mexique envoyaient en tribut à Montézuma et dont les plumes servaient à la fabrication des manteaux célèbres que le prince et les grands de l'empire revêtaient pour assister aux cérémonies. Parmi ces oiseaux figure en première ligne, à cause de l'incomparable beauté de son plumage, le *Quetzaltototl*[2], évidemment un Couroucou, attendu

[1] Terme par lequel ils désignent les maléfices, fascinations ou ensorcellements divers.

[2] Ou *Quexaltototl* (prononcez *Keschaltototl;* la lettre *x* dans les mots mexicains se prononçant comme le *ch* français ou l'*sch* allemand).

qu'à l'heure qu'il est, les Mexicains donnent le nom de *Quexale*[1] à l'espèce à longue queue que La Llave a nommée Moccino. Cet oiseau est du reste fréquemment mentionné dans les antiques manuscrits indiens qui racontent l'histoire plus ou moins mythologique du vieux Mexique. Ainsi, par exemple, lorsque le Tonatiuh ou roi de Teotihuacan prend à son service les Chichimèques Mixcohuas, il dit à leurs guerriers, en leur montrant les armes royales comme symbole de leur mission : « Voici la flèche précieuse ornée de plumes de Quetzal[2], de plumes de héron, de plumes de Tlequechol, de plumes de Tlauhquechol, et de l'oiseau couleur de feu[3]. C'est avec cela que vous me donnerez à boire et à manger[4]. »

Les plumes du Couroucou Moccino étaient mises au même rang que les pierres précieuses les plus recherchées. Ainsi, le roi Huemac, voyant son trône menacé, plein de sinistres pressentiments, rencontre le dieu Tlaloc dans la profondeur des forêts et lui adresse l'invocation suivante : « O Dieu, conserve-moi mes trésors, mes émeraudes et mes plumes de Quetzal[5].»

Longtemps avant l'ère des Aztèques, chez les anciens Toltèques, les Couroucous livraient leurs plumes pour la parure des princes, et devenaient, à cause de cela, le symbole de la majesté royale. C'étaient des oiseaux réputés divins, les élus du ciel, comme les colombes chez les Hébreux. Le grand roi Quetzalcohuatl, le civilisateur et le législateur divin du vieux Mexique, dont le culte était répandu dans toute l'étendue du pays, emprunte une partie de son nom au Couroucou. Quet-

[1] En effet, le mot *Quexaltototl* est composé de *Quexale* et de *tototl, oiseau* ; il signifie simplement l'oiseau Quexale ou le Quexale tout court.

[2] L'orthographe du traducteur varie, mais il s'agit évidemment du même oiseau.

[3] Probablement le Cardinal.

[4] Manuscrit indien de Chimalpopoca, l'Histoire des Soleils. (Brasseur de Bourbourg.)

[5] Idem.

zalcohuatl signifie le Serpent-Couroucou, ou plutôt le serpent aux plumes de Couroucou, car l'imagination des peuples ne trouvait aucun objet plus brillant qui fût digne d'orner la tête auguste d'un grand monarque. Selon la légende toltèque, ce dieu-roi, après avoir été expulsé par ses sujets rebelles de la ville de Tollan, qui refusait de se soumettre à l'abolition des sacrifices humains, se retira sur les bords du Coatzacualco, où il termina sa carrière terrestre. Son cadavre fut transporté au sommet du pic d'Orizaba et livré aux flammes d'un bûcher. On vit alors les cendres tourbillonner vers le ciel avec une quantité d'oiseaux au brillant plumage, « de ces oiseaux chéris de Tollan, qui le réjouissaient naguère de leurs accents mélodieux, » et l'âme de Quetzalcohuatl s'envola vers l'empyrée, sous la forme d'un Couroucou aux royales couleurs.

VI

Pour terminer ce que j'ai à dire sur les oiseaux du Mexique, j'ajoute ici quelques notes extraites de mon journal de chasse [1].

SUR LES ANIS.

Je viens d'abord confirmer de la manière la plus complète les observations de Montbeillard sur ces oiseaux (*Crotaphaga*). Ils nichent en commun au Mexique comme aux Antilles. Ils choisissent la fourchette d'un arbre et y construisent un vaste nid formé de petites branches mortes, de morceaux d'écorce, de plumes, etc. Celui que j'ai pu examiner n'avait qu'un simple plancher commun ; il n'était pas cloisonné et n'offrait aucune niche ni aucun compartiment. J'ignore si les Anis s'établissent par paires dans cette demeure commune, et si ces oiseaux ont des habitudes polygames.

Il est certain que les Anis aiment à se poser sur le dos des

[1] J'ai été secondé plus d'une fois dans mes observations par mon aide, M. Fr. Sumichrast.

quadrupèdes, et qu'avec leur bec, en forme de couteau, ils labourent le poil de ces animaux pour y prendre les parasites dont les troupeaux sont infestés; mais on les rencontre encore plus fréquemment dans les bosquets ou par petites compagnies sur les buissons. Leur genre de vie n'est pas suffisamment connu ; il offrirait sans doute des particularités intéressantes.

SUR LES HOCCOS ET LES PÉNÉLOPES.

Le Hocco (*Crax alector*) est appelé *Faisan réal* (Faisan royal) par les Mexicains. Il est fort commun dans les grandes forêts de la côte orientale et dans le Yucatan, mais il ne paraît pas vivre sur le versant occidental de la Cordillère, ou du moins je ne l'y ai jamais vu, et les habitants ne m'ont rien dit de bien positif à ce sujet [1]. Ces oiseaux vont ordinairement par couples ou par petites compagnies, tout au moins on les rencontre ainsi pendant une partie de l'année. Ils sont moins farouches que les Pénélopes ; on les voit plus souvent se promenant sur le sol, et pendant la saison sèche, c'est-à-dire pendant les mois de mars, avril et mai, ils aiment beaucoup

[1] Les renseignements que l'on prend auprès des habitants sur l'histoire naturelle d'un pays méritent en général peu de confiance. Trop souvent ils contribuent à propager des erreurs vulgaires. En général, les indigènes connaissent le nom des animaux de leur continent, et ils se figurent que ceux sur lesquels on les interroge vivent dans leur district, ou bien, au contraire, ils s'imaginent qu'ils n'y habitent pas, parce qu'ils ne les ont jamais vus. Mais c'est surtout la confusion des noms qui amène les erreurs les plus accréditées. Dans des contrées différentes, le même nom s'applique souvent à des oiseaux différents. Il arrive fréquemment que dans un pays où tel oiseau manque, on applique son nom à celui qui lui ressemble le plus ou qui paraît le remplacer. Ainsi, par exemple, dans les Alpes, on donne le nom de Faisan au Coq de bruyères, et un voyageur étranger pourrait attribuer au Faisan tout ce qu'on lui raconterait du Tetrao. En Europe, de pareilles confusions ne sont guère à craindre de la part des naturalistes, mais en Amérique il n'est que trop facile d'en être victime.

à se rouler dans la poussière comme les gallinacés en général. Ils font leur nourriture principale de vermisseaux, de graines diverses et de fruits sauvages. Dès le mois de janvier les mâles commencent à rechercher les femelles, et le temps des amours dure jusqu'à la fin de mars. On entend alors les mâles réclamer dans les bois d'une voix forte et grave en poussant un cri qu'on peut le mieux formuler par *baoûm, baoûm !* Dans cette saison la chasse des Hoccos devient très-facile parce que chez eux les désirs amoureux sont plus forts que l'instinct de la conservation, en sorte qu'ils perdent toute prévoyance et se laissent approcher sans s'inquiéter beaucoup de ce qui se passe autour d'eux. Quelquefois plusieurs mâles se rassemblent autour d'une femelle et ne la quittent pas, quand bien même ils aperçoivent le chasseur. Lorsqu'on tombe sur une de ces petites troupes que l'amour rassemble et domine, si l'on peut du premier coup frapper la femelle à mort, il est rare que les mâles prennent la fuite. Ils restent au contraire en état de stupéfaction à côté du corps de la femelle, et ne se dispersent qu'après avoir essuyé de nouvelles décharges. Le peu de crainte que l'homme inspire à ces gallinacés est sans doute la raison pour laquelle ils s'apprivoisent si facilement. Je ne puis comprendre pourquoi cet oiseau n'est pas, aussi bien que le dindon un oiseau de basse-cour, car il est tellement fait pour l'état de domesticité que des adultes pris sauvages s'apprivoisent très-vite ; les jeunes enlevés au nid ou couvés par des poules deviennent aussi familiers que ces dernières, ou même plus encore, au point de se laisser caresser, et de venir prendre leur nourriture dans la main de l'homme. Il faut que les indigènes aient trouvé que le dindon, qui est plus gros, suffit à leurs besoins, ou bien que le Hocco ne se reproduise pas facilement en domesticité. En effet, celui-ci niche sur les arbres et il n'est pas d'une grande fécondité. En mars, le couple construit sur un arbre élevé un nid grossier en bûchettes ; la femelle y dépose deux œufs seulement qu'elle couve pendant un mois en-

viron. Les petits une fois éclos ne quittent pas le nid avant de savoir voler, comme le font les gallinacés qui nichent sur le sol, mais les parents leur apportent des vers et des insectes. Dès qu'ils commencent à savoir battre de l'aile, c'est-à-dire vers la fin d'avril, la famille tout entière s'en va chercher fortune et se met en quête des fruits arrivés en maturité, comme les chicozapotes, les oranges de diverses espèces, etc. Les petites oranges sauvages paraissent les attirer tout particulièrement, et on les trouve presque à coup sûr dans les *naranjales*, ou endroits des forêts où croît en certaine quantité l'arbre qui les porte.

Dans les mêmes forêts des terres chaudes où l'on rencontre les Hoccos, vivent aussi les Pénélopes, qui sont même plus communes encore, et que les Indiens désignent sous le nom de Cojolites [1].

Par leurs mœurs, les Pénélopes ressemblent beaucoup aux Hoccos; elles font leur nid et suivent l'incubation de la même manière; toutefois, elles pondent jusqu'à trois œufs. Elles vivent aussi en plus grandes compagnies, sont plus défiantes, perchent davantage et crient beaucoup. Pendant la journée, ces oiseaux se tiennent dans l'intérieur des forêts, et vont à la recherche des fruits; le matin et le soir, ils se rapprochent de la lisière des bois, se mettent à crier très-fort et plusieurs à la fois; c'est là la raison pour laquelle les Espagnols les désignent sous le nom de *Faïsan griton* (Faisan criard). La chair des Pénélopes est plus tendre, moins sèche, et, à cause de cela, plus recherchée que celle des Hoccos, mais on prétend que leurs os, qu'ils soient cuits ou crus, sont un poison pour les chiens. Je n'ai pas été à même de vérifier ce fait étrange.

[1] Ces noms indiens ont une certaine importance en ce sens qu'ils sont constamment cités dans les manuscrits antiques. Presque tous jouent un rôle dans l'histoire et la mythologie aztèque, quichée, toltèque ou tzendale, et je regrette vivement de ne leur avoir pas accordé plus d'attention lorsqu'il m'était facile de le faire, chassant constamment au milieu des Indiens.

A côté des Pénélopes proprement dites, on trouve en plus grande abondance encore l'espèce que les Indiens nomment *Tchitchalaque*[1]. Celle-ci vit aussi par familles ; elle a le même genre de vie, et elle est encore moins farouche.

Il est à craindre que les uns et les autres de ces gallinacés ne finissent par devenir très-rares, car l'excellence de leur chair leur fera livrer une chasse active lorsque le continent américain se peuplera davantage. La facilité avec laquelle on les tire, jointe à leur peu de fécondité, pourrait devenir une cause rapide de destruction dans l'avenir, heureusement encore très-éloigné, où les grandes forêts disparaîtront du sol mexicain.

Un naturaliste qui, fixé pour quelques années au Mexique, pourrait suivre les oiseaux dans leurs occupations, dans leurs travaux, dans leurs rapports entre eux, dans leurs migrations, rapporterait une série d'observations piquantes sur les habitudes des animaux de cette classe. Dans ce pays où les frimas des Alpes et les ardeurs du tropique viennent se toucher et s'entremêler, où les déserts de sable, les bois de conifères, les savanes arides, les jardins, les forêts humides et impénétrables se partagent des régions voisines, mais différentes du tout au tout, quelle variété infinie ces conditions opposées ne doivent-elles pas amener dans les faunes de ces contrées ! Les contrastes de la nature physique ont pour conséquence ceux de la nature vivante qui anime chacune de ces régions. Aussi, quelle bigarrure d'espèces s'offre à l'observation, et chez ces races nombreuses, quelle variété de procédés pour plier aux exigences de leur vie les matériaux fournis par cette terre si riche et si féconde en éléments divers !

La position géographique du Mexique et son climat font qu'il sert de limites aux migrations des oiseaux de l'Amérique

[1] *Ortalida poliocephala*, Wagl.

septentrionale comme de ceux de l'Amérique méridionale. Selon les saisons, il héberge les uns et les autres. Ceux qui viennent du Midi y trouvent le même climat tropical, la même humidité, les mêmes forêts, mais en même temps aussi la limite de toutes ces conditions vers la frontière septentrionale du pays. Ceux qui arrivent de l'Amérique boréale rencontrent à des altitudes diverses le degré d'abaissement de température qui leur convient. C'est donc là qu'on tue sous la même latitude les Perroquets, les Savacous, les Ibis rouges et les Hérons du Brésil; la Dinde sauvage des Etats-Unis, le Jaseur du Canada, et le Tetrao des neiges [1], oiseaux dont plusieurs atteignent ici leur limite d'habitation la plus méridionale. Mais si beaucoup de volatiles affluent d'autre part, et choisissent le Mexique pour patrie temporaire, ils n'excluent pas le nombre immense de ceux qui sont tout à fait spéciaux à ce pays [2]. Le Mexique est, au contraire, une des plus belles régions ornithologiques qu'il soit possible de trouver, car sur le nombre très-considérable d'espèces que le chasseur abat sur ses gradins successivement élevés vers le ciel, la majorité est spéciale à son sol [3]. Mais ce n'est pas seulement la quantité des espèces qui frappe au Mexique, c'est aussi le nombre des individus. La forme triangulaire de l'Amérique septentrionale, et tout particulièrement la configuration du Mexique qui va se rétrécissant selon une courbe arquée du nord au sud-est, fait que pendant la migration d'hiver il s'accumule entre ces limites de plus en

[1] La *Perdrix blanche,* espèce voisine de celle qui vit sur les neiges des Alpes suisses. J'ai vu cet oiseau au musée de Mexico, mais je ne l'ai jamais rencontré dans mes courses. On m'a affirmé qu'il vivait sur l'Iztacihualt. Serait-ce le *Lagopus albus*, Lin.?

[2] En y comprenant le Guatemala qui est, zoologiquement parlant, le même pays, au point de vue de la faune indigène, car les espèces boréales ne franchissent guère l'isthme de Tehuantepec dans leurs migrations vers le sud.

[3] La statistique de sa faune ornithologique n'a pas encore été dressée. Ce travail offrirait le plus haut intérêt.

plus resserrées une grande masse d'oiseaux qui forment en été la population d'un espace de pays bien plus vaste, et qui, à leur arrivée à l'isthme de Tehuantepec, s'entassent sur une surface très-restreinte. Aussi l'abondance d'oiseaux que le voyageur rencontre à chaque pas est-elle frappante. Les perroquets s'abattent sur ce pays en innombrables légions et remplissent l'air et les taillis de leur bruyant caquetage. Les bords des rivières fourmillent de Tantales, de Hérons et d'Ibis de toutes couleurs, de Spatules roses, de Jacanas bariolés, d'Echassiers innombrables qui grouillent dans la vase avec les caïmans, et qui entremêlent sur les sables des berges leurs empreintes délicates à celles des jaguars et des tapirs. L'eau des lacs baigne ces armées fabuleuses de canards dont des centaines et souvent des milliers sont tués en un jour sous les murs de la capitale. Les forêts fourmillent d'une soldatesque emplumée aux livrées riches ou brillantes, qui remplit l'air de cris extraordinaires et parfois effrayants. Aussi, lorsqu'à la tombée de la nuit le voyageur s'arrête au bord de la rivière déserte qui glisse ses ondes silencieuses sous les arches touffues de la forêt sans fin, et qu'il établit son gîte sous l'abri impénétrable de ces arbres gigantesques dont les rameaux entrelacés dérobent l'azur obscurci du ciel et jusqu'au scintillement des étoiles ; le concert bizarre et imprévu de tous les habitants des bois le frappe étrangement, et, par ses sons lugubres, provoque en lui une vague inquiétude que n'engendre pas, à un même degré, la crainte des bêtes fauves. Mais, habitué peu à peu au ramage criard et discordant de ces brillants habitants de l'air, il finit par trouver dans ces sons rauques, dans ces voix de ventriloque, dans ces cris brefs et perçants, dans ces ris sardoniens et étouffés, un de ces charmes étranges qu'éveille souvent la vie sauvage des tropiques, et dont le souvenir enchanteur est un des derniers à s'effacer.

SUR LE NÉOCOMIEN DANS LE JURA

ET

SON ROLE DANS LA SÉRIE STRATIGRAPHIQUE[1]

Par JULES MARCOU.

PREMIERS TRAVAUX SUR LE NÉOCOMIEN, PAR DE MONTMOLLIN, THURMANN, THIRRIA ET AGASSIZ.

Bourguet, de Saussure et de Buch sont les premiers observateurs qui aient attiré l'attention des géologues sur les roches des environs de Neuchâtel, et malgré que ces illustres savants aient confondu les *calcaires jaunes* avec les autres formations jurassiques, il est cependant digne de remarque, qu'à une époque où la plupart des principes géologiques étaient inconnus, de Saussure regardait ces calcaires comme l'*écorce des roches du Jura*, et de Buch, qui les appelait *couches adossées contre le pied des montagnes du Jura*[2], dit que ces roches paraissent s'être formées *après les bouleversements* principaux de ces montagnes.

Mais le premier géologue qui ait véritablement étudié, avec le secours des lumières de la géologie moderne, ces strates devenues si célèbres depuis sous le nom de roches *néocomiennes*, est Auguste de Montmollin, de Neuchâtel. De 1825 à 1835, ce savant, aussi modeste que distingué, recueillit les fossiles qui se trouvent en assez grand nombre dans les marnes bleues d'Hauterive, de Gorgier et de la Côte-aux-Fées ; il observa les rapports des diverses assises de roches au-dessous et au-dessus de ces marnes ; communiqua ses idées et observations à Alexandre Brongniart, Élie de Beaumont, Léopold de

[1] La planche qui accompagne ce mémoire ne paraîtra qu'avec le numéro de février.

[2] Voir *Voyage dans les Alpes*, et *Catalogue d'une collection de roches qui composent les montagnes de Neuchâtel*.

Buch, Louis Agassiz, Voltz, Thurmann, Thirria, et autres; et finalement il publia, en 1835, dans le premier volume des *Mémoires de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel*, tous les renseignements qu'il avait pu recueillir sur ce sujet, sous le titre de *Mémoire sur le terrain crétacé du Jura.*

De Montmollin résume ainsi ses découvertes: « Pour résumer ce que nous avons dit jusqu'à présent, le terrain du calcaire jaune est composé de la manière suivante, en allant de bas en haut :

Calcaire jaune, inférieur à la marne, au moins	20	pieds.
Marne bleue	30	»
Calcaire jaune en couches clivées et fracturées	20	»
Calcaire jaune avec masses siliceuses	40	»
Calcaire jaune proprement dit, au moins . .	120	»

« Ce terrain revêt les flancs méridionaux du Jura; il occupe le fond de plusieurs vallées longitudinales de cette chaîne, où il est ordinairement recouvert par des dépôts tertiaires; et il est adossé à la base des montagnes qui longent ces vallées »..... « Il y a discordance de stratification entre ses couches et celles qui font partie de la formation jurassique. »

« Pour achever de décrire le terrain qui fait l'objet de ce mémoire, il me reste à parler des débris organiques qui s'y trouvent enfouis. Je croyais d'abord qu'ils étaient les mêmes dans toutes les assises; plus tard, un examen attentif m'a prouvé que les couches supérieures du calcaire jaune renfermaient quelques espèces que je n'ai jamais trouvées dans la marne bleue et dans les couches fracturées immédiatement au-dessus de celle-ci. La dureté du calcaire jaune supérieur ne m'a pas permis jusqu'à présent d'en recueillir assez de fossiles déterminables pour pouvoir décider si, sous le rapport paléontologique, cette roche diffère de la marne bleue et du calcaire jaune adjacent à celle-ci. »

« Voici un tableau des fossiles les plus remarquables qui se

trouvent dans toutes les assises de ce terrain, et principalement dans la marne bleue. »

Cette liste comprend des débris de Reptiles, de Poissons; des Céphalopodes, Gastéropodes, Acéphales, Brachiopodes, Annélides, Echinodermes et Polypiers; fossiles alors presque tous inédits, à l'exception des déjà célèbres *Spatangus retusus, Pecten quinque costatus* et *Exogyra aquila.*

« Ce tableau des fossiles du calcaire jaune, continue de Montmollin, est sans doute fort incomplet; mais il suffit cependant pour montrer que ce terrain a été déposé *à peu près* à la même époque géologique que le Green-Sand. »

Tout d'abord, je désire faire deux remarques sur ces conclusions de de Montmollin. Premièrement: l'auteur reconnaît positivement que ce terrain de Neuchâtel est postérieur à l'époque jurassique et qu'il appartient aux formations crétacées. Secondement: de Montmollin dit que ce terrain est *à peu près* de l'âge du Green-Sand d'Angleterre. Cet *à peu près* est très-significatif, et prouve très-clairement que le savant observateur avait des doutes sur l'équivalent anglais véritable de ces couches.

A cette époque la connaissance des subdivisions des strates secondaires, établies en Angleterre par William Smith, commençait à pénétrer sur le continent; et la plupart des géologues français cherchaient à propager et malheureusement aussi à étendre cette classification sur le sol de leur patrie. Ces préoccupations de vouloir retrouver les subdivisions de l'Angleterre sur le continent européen ont pu avoir leur utilité, surtout au point de vue d'arriver promptement à des idées générales et d'ensemble pour une *première esquisse*, nécessairement fort imparfaite, de la géologie européenne; mais elles ont eu aussi de très-graves inconvénients, et je pense que chaque géologue pratique est convaincu aujourd'hui que les géologues français d'alors ont sacrifié le solide au brillant, et qu'avec cette légèreté gauloise traditionnelle ils ont construit leur édifice géologique sur

un banc de sable, au lieu de le placer tout d'abord sur du granit, comme les Anglais. Le néocomien est précisément un des plus beaux exemples que l'on puisse citer, pour montrer les mauvais résultats auxquels cette méthode de classification facile mais artificielle a conduit ceux qui ont voulu s'en servir. C'est du moins ce que j'espère démontrer dans cette notice.

Voltz, qui a tant fait pour la géologie de l'Alsace et de la Franche-Comté, étudia aussi ce terrain de Neuchâtel et des vallées longitudinales du Jura, pendant les années 1833 et 1834, en compagnie de l'ingénieur Thirria ; et leur opinion se trouve consignée dans un mémoire de Thirria, publié en 1836 dans les *Annales des mines*, 3me série, vol. X, sous le titre de *Mémoire sur le terrain Jura-crétacé de la Franche-Comté*, où ils disent, page 145 : « Le terrain Jura-crétacé, qui se lie au terrain jurassique et au terrain crétacé par ses caractères paléontologiques, forme vraisemblablement l'étage inférieur du dépôt du grès vert. Il se pourrait cependant qu'il constituât une formation distincte, située entre le terrain jurassique et le grès vert. »

Dans le principe, Voltz et Fried.-A. Rœmer crurent reconnaître dans les fossiles néocomiens des formes jurassiques, et même ils en identifièrent plusieurs. De là l'expression de *Jura-crétacé*, donnée par Voltz à ce dépôt. Mais il est bon aussi d'ajouter, qu'en même temps que Voltz pensait trouver dans le néocomien des fossiles jurassiques, et notamment le *Pterocera oceani* si caractéristique des marnes du Banné, des Nérinées (*Nerinea suprajurensis*) et des *Serpula* ; les autres géologues et principalement de Montmollin, Thurmann, Agassiz, Nicolet, Renaud-Comte et Gressly rejetaient cette identification de fossiles jurassiques avec des espèces néocomiennes, et disaient que toutes les formes néocomiennes étaient nouvelles. Cette divergence d'opinions amena de nombreuses discussions dans deux réunions spéciales des géologues jurassiens ; réunions qui eurent lieu à Neuchâtel en 1834 et à Besançon en 1835 ; et

afin de conclure une espèce de compromis sur cette question, Jules Thurmann, avec ce jugement et ce bon sens géologique qu'il possédait à un si haut degré et qui est bien connu de tous les géologues, vit que les synchronismes que l'on essayait d'établir pour cette formation avec les dépôts de l'Angleterre, n'étaient nullement satisfaisants, et qu'il était probable que ces strates étaient un *nouvel horizon géognostique*, mal connu, ou n'existant pas sous cette forme en Angleterre et, en conséquence, il proposa de « *donner, au moins provisoirement, à cette formation remarquable le nom de terrain* NÉOCOMIEN (*neocomensis*, c'est-à-dire de Neuchâtel). » — Voir *Bull. de la Société géol. de France*, 1re série, tome VII, séance du 16 mai 1836, p. 209.

Ainsi de Montmollin est le premier qui ait étudié cette formation et qui ait reconnu qu'elle était de l'époque crétacée; et Thurmann est le premier qui ait vu qu'elle était un nouveau terme dans la série des strates crétacées et qui lui a donné son nom de *néocomien*. Du reste, il est à remarquer que de Montmollin n'a plus rien publié depuis sur ce sujet; et que Thurmann n'a rien fait d'autre que de la dénommer, en disant que c'était une formation spéciale au Jura, et que les environs de Neuchâtel devaient en être le type.

Cette belle et excellente dénomination de *néocomien* répondait tellement à un besoin de la science, qu'elle n'avait pas plutôt échappé des lèvres de l'illustre géologue de Porentruy, qu'elle était adoptée et employée immédiatement en France, en Suisse, en Allemagne et en Savoie. Seulement, les personnes qui s'en sont servi le plus, et notamment MM. Leymerie, La Joie, Royer, Coquand, Cornuel, Alcide d'Orbigny et d'Archiac, ne connaissaient pas *de visu*, le type des environs de Neuchâtel, ou tout au moins ne l'avaient étudié que très-imparfaitement; de là des erreurs très-graves, erreurs dont se plaint avec justice d'Archiac dans son *Histoire de la géologie*, tome IV, p. 551, où il dit: « M. Thirria a décrit, sous le nom

de *terrain Jura-crétacé*, un ensemble de couches qui recevait, dans le même temps, d'un géologue suisse, le nom de *terrain néocomien*, nom qui a prévalu et que nous avons adopté, quoique devenu impropre, comme toute désignation locale établie sur une connaissance incomplète des faits. » Seulement, le savant historien aurait dû ajouter que cette *connaissance incomplète des faits* provenait de lui-même et de ses collègues Leymerie, d'Orbigny, Coquand, Cornuel, etc., et nullement de Thurmann, comme semble l'indiquer sa phrase, et que si cette *désignation locale* de *terrain néocomien* était devenue impropre, grâce à l'interprétation fausse que ces savants en ont faite, le meilleur moyen de lui rendre sa valeur réelle était de venir étudier cette formation aux environs de Neuchâtel, au lieu de chercher à obscurcir des faits parfaitement clairs et d'en rejeter le blâme sur un innocent et, ce qui est pire, sur un innocent qui a eu l'honneur de voir le premier toute la portée d'une des plus belles découvertes de la stratigraphie européenne.

A ces remarquables recherches des premiers pionniers néocomiens, il faut ajouter celles de MM. Coulon père et fils, de Neuchâtel, recherches qui, quoique restées inédites, n'en contribuèrent cependant pas moins aux études de cette formation ; et, enfin, il faut citer les admirables publications paléontologiques de Louis Agassiz, tels que ses *Poissons fossiles*, sa *Notice sur les fossiles du terrain crétacé du Jura neuchâtelois*, ses *Echinodermes fossiles de la Suisse*, et ses *Études critiques sur les Mollusques fossiles* ; car Agassiz est le premier qui ait fait connaître une grande partie de la faune néocomienne, et qui ait reconnu toute l'importance de ces nouveaux débris fossiles. Il était difficile, du reste, que cette faune tombât en de meilleures mains, et l'on peut dire assurément que le premier interprète de la vie néocomienne était digne à tous égards de cette noble et difficile entreprise ; car ce n'était pas trop d'un Agassiz pour nous dévoiler les mystères biologiques si variés et si complexes qui

existaient lorsque se sont déposées au fond des mers ces belles pierres jaunes, qui donnent un aspect si riant à la charmante petite ville de Neuchâtel.

LE NÉOCOMIEN DANS LE VAL DE MIÈGES.

Pendant que j'étudiais les strates du Jura salinois, en 1844-45 et 46, j'eus à m'occuper du terrain néocomien qui se trouve répandu sur une très-grande partie du val de Mièges. Guidé dans mes premières recherches à Nozeroy et à Mièges, par mon ami et mon premier maître en géologie, le savant Dr Germain qui, depuis un certain nombre d'années, avait recueilli une belle collection des fossiles de cette région ; je vis bientôt que, pour arriver à une bonne connaissance stratigraphique des roches de cette vallée longitudinale du Jura, il me fallait aller étudier les environs de Neuchâtel. En conséquence je me mis à suivre le calcaire jaune néocomien, sans me préoccuper des routes et encore moins des diligences, et de Nozeroy, en passant par Censeau, la Rivière, Pontarlier, les Verrières, le Val-de-Travers, j'arrivai derrière le château de la ville de Neuchâtel, et aux marnières d'Hauterive. Là, je fis une étude assez minutieuse de ces localités, type du néocomien ; et grâce aussi aux communications et aux conseils que voulurent bien me donner MM. Agassiz, Coulon et Dubois de Monpéreux, je pus me faire une idée assez exacte de ce nouvel étage du terrain crétacé. En rebroussant chemin, je reconnus la même série sur tout le parcours de ma route, et c'est avec la continuité des assises, c'est-à-dire avec la meilleure base qui existe en géologie stratigraphique, que je poursuivis mes recherches sur le néocomien de Nozeroy.

Depuis les publications des mémoires de de Montmollin et de Thirria, peu de chose avait été ajouté aux études néocomiennes des montagnes du Jura. Nicolet avait cependant publié, en 1839, son *Essai sur la constitution géologique de la vallée de la Chaux-de-Fonds ;* travail très-intéressant, mais qui n'ajou-

tait rien de nouveau à la série néocomienne; et Itier, dans sa *Notice géologique sur la formation néocomienne dans le département de l'Ain*, avait donné de bonnes coupes de cette formation pour la partie méridionale du Jura. L'addition la plus utile qui eût été faite jusqu'alors était, sans contredit, les 50 ou 60 premières livraisons de la *Paléontologie française, terrains crétacés* de d'Orbigny. Agassiz, avec sa générosité ordinaire et son amour pour la science, avait communiqué à d'Orbigny les Céphalopodes de Neuchâtel, et MM. Germain et Carteron lui avaient donné, avec non moins de libéralité, tous les résultats de leurs recherches dans des régions jusque-là à peu près entièrement vierges des marteaux des géologues collectionneurs.

En m'appuyant sur ces recherches, et en communiquant toutes mes observations à Thurmann, dont les conseils ne m'ont jamais fait défaut, et qui pour juger et éclaircir les difficultés géologiques relatives au Jura, était de beaucoup supérieur à tous les autres savants qui se sont jamais occupés de ces montagnes, je suis arrivé à donner un peu plus de précision à la série des strates néocomiennes.

Voici le résumé de mes études néocomiennes, tel que je l'ai communiqué à la Société géologique de France, dans sa séance du 2 novembre 1846 (voir : *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2me série, tome IV, p. 135). Dans le val de Mièges, j'ai constamment observé la série suivante dans l'ordre de superposition des assises, à partir de la partie inférieure.

1° *Marnes bleues sans fossiles* . . . . 9 pieds.
2° *Calcaire ferrugineux* ou *limonite*; contenant les *Ammonites Gervilianus*, *A. Marcousianus*; *Nerinea Marcousana*; *Pygurus rostratus*, etc. . . . . . 12 »
3° *Calcaire jaune*; contenant *Pteroceras Pelagi*; *Pholadomya Scheuzeri*, *Dysaster ovulum*, etc. . 12 »
4° *Marnes bleues fossilifères* ou *Marnes d'Hauterive*; contenant un grand nombre de fossiles, tels que :

Belemnites pistiliformis, *B. dilatatus*; *Nautilus pseudo-elegans*; *Ammonites Leopoldinus*, *A. cryptoceras*, *A. clypeiformis*, *A. Astierianus*, *A. bidichotomus*, *A. Carteroni*; *Pleurotomaria neocomensis*; *Mytilus Couloni*; *Cardium Voltzii*; *Myopsis neocomiensis*; *Ostrea Couloni*; *Rhynchonella depressa*; *Terebratula Marcousana*; *Nucleolites Olfersii*; *Pyrina pygæa*; *Toxaster complanatus*; *Holaster l'Hardy*; *Diadema rotulare*; *Cidaris hirsuta*; *Peltastes punctata*; *Goniaster Couloni*, etc. . . 30 pieds.

5° Calcaires à grains verts. . . . . 60 »

6° Calcaire blanc. . . . . 120 »

J'ai donné des développements assez étendus sur cette série dans mes *Recherches géologiques sur le Jura salinois* (voir: *Mémoires de la Soc. géol. de France*; 2me série, tome III). Cependant, je dois avouer qu'il m'était resté toujours quelques doutes sur le n° 1 ou *Marnes bleues sans fossiles*. J'avais bien reconnu que les marnes bleues avec gypse de la Rivière reposaient sur la dolomie jurassique, formant les dernières couches de cette période géologique; mais il m'avait été impossible de m'assurer s'il n'y avait pas d'autres strates entre ces gypses de la Rivière, et les *Marnes bleues sans fossiles* de la fontaine du Poirier près de Censeau. Comme j'ai eu l'honneur de conduire dans ces localités un grand nombre de géologues pendant les années 1845-46 et 47, et notamment le Dr Roux, MM. Pidancet, Lory, de Rouville, Fraas, etc., je leur ai soumis à tous la question d'identité des gypses de la Rivière avec les Marnes bleues sans fossiles de la fontaine du Poirier, et tous ont conclu dans le même sens que moi. Cependant nous étions dans l'erreur et, grâce à de nombreuses routes nouvelles qui furent ouvertes depuis lors dans le haut Jura, on reconnut, sur plusieurs points, qu'il existait une série de strates calcaires entre les marnes gypseuses et les marnes bleues sans fossile.

Juste Pidancet, de Besançon, est le premier qui se soit aperçu de l'erreur en visitant, au commencement de l'hiver de 1847 à 1848, la carrière de gypse néocomien de Foncine-le-Bas, dans la vallée de Mouthe. Il reconnut, dans le puits d'exploitation du gypse, qu'entre les *Marnes gypseuses* et les *Marnes bleues sans fossiles* il existait une série de strates calcaires ayant à peu près 80 pieds d'épaisseur. Ayant communiqué cette observation à Charles Lory, ces deux savants se réunirent pour vérifier si ces strates intermédiaires existaient dans les autres localités néocomiennes du Jura. Cette association de MM. Pidancet et Lory ne fut pas de longue durée; des réclamations de priorité les séparèrent violemment, et la science ne profita que bien peu de leurs observations communes. Cependant Lory rédigea et publia un travail qui a paru, en 1857, dans les *Mémoires de la Société d'émulation du département du Doubs*, sous le titre de : *Mémoire sur les terrains crétacés du Jura*, et on peut considérer ce travail comme renfermant les observations et opinions de Pidancet et Lory sur le néocomien des montagnes du Jura. Comme mon ancien ami, M. Lory, a bien voulu citer plusieurs de mes observations dans son Mémoire, et que de plus il y a combattu plusieurs des opinions que j'ai avancées dans mes *Recherches géologiques sur le Jura salinois*, je vais passer rapidement en revue quelques parties de son travail et essayer de justifier mes anciennes observations. Lory dit, page 3 de son *Mémoire sur les terrains crétacés du Jura* : « Quant à M. Marcou, dans sa description de la vallée de Nozeroy, il n'a point connu non plus la base du terrain néocomien ; il le termine inférieurement par le minerai de fer subordonné aux calcaires roux et par une petite couche de *Marnes bleues sans fossiles* qui manquent dans une grande partie du Jura; pour ce qui est des calcaires inférieurs, ceux qui contiennent, à Neuchâtel, la *Pholadomya elongata*, M. Marcou n'en fait aucune mention, et il paraît les avoir confondus avec la partie supérieure du terrain jurassique.

« Ces erreurs du travail de M. Marcou ont été reconnues, en 1847, par mon ami et collaborateur M. Pidancet, et c'est à lui que revient le mérite d'avoir observé le premier la série complète des assises qui séparent les marnes à spatangues, ou l'étage néocomien moyen d'avec la partie supérieure du terrain jurassique.

« .....D'après les observations de M. Pidancet, la série des assises, comprises entre les marnes à *Spatangus retusus* (Marnes d'Hauterive) et le terrain jurassique, peut se diviser ici (Foncine-le-Bas et la Ville-du-Pont) en trois termes : 1° *Calcaires roux en couches minces, avec minerai de fer dans ses couches inférieures et marnes bleues sans fossile à sa base;* 2° *calcaires néocomiens inférieurs suboolithiques ou compactes en gros bancs;* 3° *marnes grises contenant les amas de gypse.* »

Je demande la permission à M. Lory de lui faire observer que j'ai connu la base du terrain néocomien qui, pour moi comme pour lui et Pidancet, a toujours été le n° 3 ou *marnes grises contenant les amas de gypses*; seulement je n'ai pas reconnu le n° 2, n'ayant pas trouvé alors de sections présentant la superposition de tout le néocomien inférieur, et j'ai cru, à tort, je l'avoue, que ces *marnes grises gypseuses* étaient un faciès différent des *marnes bleues sans fossiles*. Tout le mérite de M. Pidancet se borne, en prenant pour base les observations que je lui avais libéralement communiquées, à avoir trouvé une section dans le puits de la carrière de gypse de Foncine, où il a pu voir qu'il existait entre les *gypses* et les *marnes bleues sans fossiles* des *calcaires* compactes et que, par conséquent, les *gypses* et les *marnes bleues* n'étaient pas des équivalents ainsi que nous l'avions tous pensé d'abord.

DISCORDANCE DE STRATIFICATION ENTRE LE NÉOCOMIEN ET LE JURASSIQUE; OPINIONS D'ÉLIE DE BEAUMONT, ITIER, LORY ET PIDANCET.

Le fait capital du mémoire de Lory est que, suivant cet observateur, « le terrain néocomien du Jura ne s'est pas déposé

comme on l'a dit, dans des golfes, des *fiords*, des bras de mer plus ou moins isolés, séparés par des îles ou des presqu'îles qu'auraient formées déjà les chaînes jurassiques en partie émergées », et il conclut en disant qu'il y a « *concordance générale de stratification entre le terrain jurassique et le terrain néocomien.* » Plus loin Lory ajoute : « Lorsque, il y a trois ans, M. Marcou lut à la Société géologique son travail sur le terrain néocomien du val de Nozeroy, il admit que la discordance n'existait que pour les hautes régions du Jura franc-comtois, mais qu'elle y était un fait général. On l'admettait également pour le Jura suisse. Il *suffit cependant de faire quelques pas* dans le haut Jura français pour en revenir avec des impressions directement contraires. » (Voir : *Mémoire sur les terrains crétacés du Jura*, p. 40.) J'avoue humblement que j'ai fait non-seulement *quelques pas*, mais bien *beaucoup de pas*, et même de *grands pas* (vu la longueur de mes jambes largement proportionnées à ma taille de près de six pieds), et cela *avant* que Lory vînt dans le haut Jura, *pendant* qu'il y était, et même *depuis*; et cependant, au risque d'être taxé de lourdaud, je puis assurer mon ami le professeur Lory que je persiste à dire qu'il y a *discordance* générale de stratification entre le terrain jurassique et le terrain néocomien, dans le département du Jura et dans tout le Jura suisse.

Pour soutenir son opinion de *concordance*, Lory donne un certain nombre de sections où le néocomien est précisément en discordance sur le jurassique ; seulement, il explique toujours cette *discordance*, *apparente*, dit-il, par une faille. Je suis loin de nier l'existence des failles, seulement il ne faut pas s'en servir à tout propos. Car pour beaucoup de géologues, et je suis du nombre, l'explication par une *faille* est tout simplement un moyen facile pour se tirer d'un accident orographique compliquée, et que l'on ne comprend pas ou que l'on a intérêt à expliquer d'une certaine façon. C'est exactement comme certains géologues stratigraphes, qui vous disent très-sérieusement :

dans tel pays, telle formation *manque*; ou bien comme ces observateurs qui appellent *trapp* toutes les roches noires verdâtres qu'ils rencontrent. Dans les trois quarts des cas, *faille*, *manque* et *trapp* sont synonymes, et vous pouvez dire, presque sans crainte de vous tromper, que la *faille* ne *manque*ra probablement pas de vous at(*trap*)er. Je demande pardon au lecteur pour ce mauvais calembourg géologique.

Le fait de *discordance* est tellement facile à observer que, dans mes *Recherches géologiques sur le Jura salinois*, je n'ai pas pensé devoir l'appuyer par des exemples et par des chiffres, d'autant plus que, jusqu'alors, personne n'avait élevé de doutes sur ce sujet. Élie de Beaumont est le premier qui l'ait constaté d'une manière positive, et dans ses célèbres *Recherches sur quelques-unes des Révolutions de la surface du globe*, Paris, 1829, il dit, p. 17 et 18 : « Les rides ou sillons parallèles, de la même date que la Côte-d'Or, qu'on observe dans le Jura, présentent dans leur fond des dépôts que leurs caractères extérieurs distinguent, dès le premier abord, des couches jurassiques sur lesquelles ils reposent...... On ne les voit que dans le fond des sillons, et ils s'élèvent tout au plus à une petite hauteur sur leurs flancs. Cette disposition étant constante, il est clair que ces mêmes dépôts ne peuvent faire partie du terrain jurassique et appartiennent à l'une des formations déposées plus récemment.

« Tous n'appartiennent pas à la même formation, dans l'un on reconnaît très-aisément un dépôt tertiaire, dont les couches inférieures sont d'eau douce et les supérieures marines. L'autre, plus anormale dans ses caractères, est au premier aspect plus embarrassant.

« Il présente diverses couches de grès et de marnes, et plus souvent encore un calcaire compacte, jaune, à cassure inégale, irrégulièrement stratifié, présentant en plus ou moins grand nombre des parties spathiques miroitantes, souvent aussi des grains verts, et quelquefois, en outre, des oolites très-bien

caractérisées. Ce système ne ressemble à aucun de ceux qui dominent dans les contrées voisines, si ce n'est à quelques-unes des couches inférieures d'un grand système en partie calcaire et en partie marneux, qui forme une partie des montagnes de la Grande-Chartreuse, et des environs du Villars-de-Lans (Isère), et que j'ai été conduit à rapporter au terrain du grès vert et de la craie. »

Tous les autres observateurs qui ont étudié le haut Jura ont vérifié cette manière de voir d'Élie de Beaumont, et l'ont adoptée comme vraie. Itier surtout donne des détails assez curieux sur ce sujet dans sa *Notice sur la formation néocomienne dans le département de l'Ain*, et j'ai exposé des observations et opinions semblables dans ma *Notice géologique sur les hautes sommités du Jura, comprises entre la Dôle et le Reculet*. (Voir : *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2me série, tome IV.) En relisant aujourd'hui ces opinions publiées en 1843 par Itier et en 1847 par moi-même, je ne trouve rien à y changer, et je crois utile de reproduire une partie de mes conclusions. Je disais, p. 447 : « A la fin de la période jurassique, une énorme dislocation eut lieu sur le pourtour des îles formées par les Vosges et le Schwarzwald, surtout dans les parties méridionales et orientales, ce qui donna naissance au système de montagnes des monts Jura. Les parties les plus proches de ces anciennes îles, formant actuellement les départements de la Haute-Saône, du Doubs, du Haut-Rhin et du Jura, ainsi que les cantons de Bâle, de Schaffhouse (*j'y ajoute aujourd'hui le Randen et toute l'Albe du Wurtemberg*), d'Argovie, de Soleure, du Jura bernois et de Neuchâtel, reçurent à cette époque, et dans un espace de temps assez limité, le relief principal qu'elles ont actuellement, sauf quelques légères modifications apportées plus tard, mais qui n'ont fait que de raviner un peu plus les vallées et creuser quelques cluses et ruz. Le mouvement qui a déterminé ce relief paraît s'être opéré de l'E.-E.-N. à l'O.-O.-S. Ce mouvement produisit, au sein des couches que la mer jurassique venait de déposer, une

série de dislocations affectant des formes plus ou moins régulières, suivant que les couches avaient été rompues en s'écartant très-peu des lignes de dislocation, ou bien en glissant sur de très-grandes longueurs, ce qui produisit d'immenses failles, dont le résultat fut un très-grand relèvement et un bouleversement complet des assises qui se trouvaient dans ces régions.....

« Après que la principale dislocation jurassique se fut opérée, la partie méridionale des monts Jura actuels présentait une grande quantité de golfes, fiords et bras de mer qui pénétraient dans les différentes vallées de séparation des parties sud-est des chaînes. La nouvelle ligne de niveau de la mer se trouva reculée de l'ancienne par tout le massif de montagnes qui s'étend de Bâle à St-Amour et Bourg; seulement, la mer n'abandonna pas immédiatement toutes les parties de ces montagnes, mais y resta sur plusieurs points pendant la première période crétacée. »..... « Ainsi, en résumé, on voit que, si j'admets que les Alpes ont agi sur le Jura, ce n'est que d'une manière secondaire, et qu'elles n'ont eu pour résultat que d'élever fortement au-dessus des eaux la partie comprise entre Bienne, Morteau, Censeau, Arinthod, Belley, Gex et Orbe, dont le relief était déjà pris depuis l'époque de la dislocation jurassique, et qui formait des *îles*, *îlots*, *récifs* et *collines sous-marines* pendant la période néocomienne. »

Depuis lors, j'ai parcouru plusieurs fois toutes les montagnes du Jura, et notamment pendant ces trois dernières années, et je suis de plus en plus convaincu que le relief de tout le Jura, depuis les bords du Rhin jusqu'à ceux du Rhône, a eu lieu à la fin de l'époque jurassique ; que la mer néocomienne a pénétré dans ces montagnes à partir du parallèle qui passe à Bienne, et que cet envahissement dans des golfes et fiords bordés par les roches jurassiques a eu pour résultat d'arrondir et de détruire les *arêtes tranchantes* des premières dislocations du Jura: Il est facile de faire cette dernière observation, si l'on marche dans la plaine suisse, à une distance de deux lieues des chaînes

du Jura, et que l'on s'avance ainsi parallèlement des environs de Zurich à Nyon et à Genève. Aussi longtemps que le géologue reste dans la région où la mer néocomienne n'a pas pénétré, les dislocations jurassiques présentent une ligne d'arêtes tranchantes, fortement accentuées, et dont le type existe aux environs d'Olten; mais aussitôt que l'on approche de Bienne on voit tout à coup ces *lignes d'arêtes tranchantes* s'arrêter pour faire place à des espèces de *croupes allongées* qui donnent à toutes les montagnes, à partir de Bienne jusqu'à la Perte-du-Rhône, des formes *arrondies* et *usées*, qui semblent indiquer que ces portions du Jura ont eu à supporter les actions d'agents destructeurs plus énergiques, plus prolongés et même différents de ceux qui ont attaqué les parties nord de ce système de montagne. Effectivement, la partie au sud de Bienne a eu à supporter les actions violentes et corrosives des mers crétacées et molassiques, combinées avec les agents atmosphériques; tandis que la partie au nord n'a eu à lutter que contre les agents atmosphériques et la mer molassique.

Quant à la discordance de stratification entre le néocomien et le jurassique, je vais donner ici deux exemples des plus frappants, et que j'ai eu l'occasion de visiter tout dernièrement. L'un est près du village de Saint-Cergue, au pied de la Dôle, à un quart d'heure du village, sur la route des Rousses. Une rectification faite récemment à cette route a découvert, d'une manière on ne peut plus claire, la jonction entre les strates jurassiques et crétacées. Voici la section figure 1 (voir la planche); on a d'abord les assises bien stratifiées des calcaires jurassiques appartenant au *Groupe de Salins*, et se terminant régulièrement par des strates qui passent d'abord au *calcaire lithographique* avec dendrites, puis qui finissent par des couches magnésiennes ou *dolomitiques*. L'inclinaison de ces dernières roches du Jura est de 45°. Des marnes grises-blanchâtres reposent sur ces dolomies, avec une inclinaison de 60°, c'est-à-dire qu'elles sont en discordance de stratification

avec le jurassique, et qu'un angle de 15° existe là entre l'inclinaison des strates des époques jurassiques et crétacées. La superposition est très-visible vers le fossé de la route ; plus haut il y a quelques *éboulis*, qui cachent un peu les points de contact. Ces marnes grises-blanchâtres deviennent un peu calcaréo-dolomitiques avec rognons vers la partie supérieure ; elles ont 30 pieds d'épaisseur, et elles ne contiennent pas de fossiles, ou du moins je n'y en ai pas trouvé. Ces marnes sont sans aucun doute les mêmes que celles que le capitaine Sautier a trouvées dans les fossés du fort des Rousses et qu'il nomme *étage wealdien* ; le mot *wealdien* devant être entendu ici d'une manière *abstraite*, et n'entraînant nullement le synchronisme avec le *weald clay* d'Angleterre, ainsi que l'expression pourrait le faire croire. (Voir : *Notice sur les dépôts néocomiens et wéaldiens, et sur les dolomies portlandiennes dans les hautes vallées du Jura aux environs des Rousses ;* dans les *Mémoires de la Soc. d'Em. du Doubs*, Besançon, 1856). Je les désigne sous le nom plus vrai de *marnes de Villars-le-lac*, localité des environs de Morteau, près du saut du Doubs, où l'on y a trouvé une faune assez remarquable. Après ces *marnes de Villars* viennent, en *concordance* de stratification, une série de strates calcaires, de couleur blanchâtre avec taches d'oxyde de fer, et contenant, intercalé des couches d'argiles gris bleues, sableuses, grumeleuses, et renfermant en assez grande abondance le *Toxaster Campichei*, et une petite *Terebratula*. La plus puissante de ces couches d'argiles, à *Tox. Campichei*, a 15 pieds d'épaisseur, et elle se trouve derrière une maison bâtie récemment sur le bord de la route. Vers la partie supérieure, les calcaires deviennent jaunes au lieu de gris blanchâtres, et même ils sont rougeâtres tout en haut de la série. Ce groupe de roches, qui peut avoir en cet endroit 80 pieds d'épaisseur, est ce que je nomme le groupe des *roches d'Auberson ;* le val d'Auberson, près de Sainte-Croix, étant le type pour cette partie inférieure du néocomien.

L'autre exemple de discordance de stratification entre le jurassique et le néocomien se trouve précisément sur le flanc de ce val d'Auberson, au col des Etroits, sur la route du Val-de-Travers, en sortant de Sainte-Croix. J'ai été conduit dans cette localité par le savant géologue de Sainte-Croix, le docteur Campiche, et voici, figure 2, la section d'une partie de la route où se trouve le point de contact entre les strates des deux époques géologiques. La dolomie des *calcaires de Salins* fait, avec les *marnes de Villars*, un angle de 6°, angle de discordance parfaitement distinct, et qui frappe au premier abord. D'un autre côté, les *marnes de Villars* sont en concordance de stratification avec les *roches d'Auberson*. Dans cette section du col des Etroits, les strates sont renversées; mais la discordance de stratification n'en a pas moins persisté, et il n'y a pas de *faille* entre les calcaires magnésiens du groupe de Salins et les marnes de Villars. De même, à Saint-Cergue, il n'y a pas non plus *faille* au point de contact du jurassique et du néocomien.

Il serait facile de citer un grand nombre d'autres exemples de discordance de stratification ; dans les cantons de Neuchâtel et de Vaud, et dans les départements du Doubs et du Jura, c'est-à-dire dans la région primitive et type du néocomien. Aux environs de Saint-Claude, M. Etallon a reconnu le néocomien reposant sur les marnes oxfordiennes, et cela sans *faille*. Je ne doute pas que MM. Lory et Pidancet ont pu constater positivement en certains endroits qu'il y avait *faille* ; mais en général, je pense qu'il n'y a pas de *failles* entre tous les points de contact *discordant* entre le jurassique et le néocomien ; ainsi que ces géologues l'admettent comme une espèce d'axiome, et que le cas des *failles* n'est qu'une exception, qui n'infère en rien le principe général et vrai de discordance entre les deux terrains.

Depuis la publication de mes *Recherches géologiques sur le Jura salinois*, de nombreuses études ont été faites sur le néo-

comien du Jura, et l'on peut aujourd'hui donner une section théorique assez complète ; grâce aux observations faites dans ces dix dernières années, par MM. Pidancet, Lory, Campiche, de Tribolet, Etallon, Renevier, Chavannes, Sautier, Choppart, Jaccard, etc. Je vais essayer de donner ici cette section théorique, en combinant toutes les études détaillées que l'on a publié sur le néocomien type des montagnes du Jura.

Dans ma description du néocomien du val de Mièges, je dis p. 124 : « Si je puis plus tard donner une description générale du néocomien qui se trouve dans toutes les chaînes des monts Jura, alors je pourrai hasarder des noms géographiques pour les désignations des groupes que j'ai établis, en ayant soin de donner à chacun le nom de la région où il se trouve le mieux développé. » (voir : *Recherches géologiques sur le Jura salinois*). Le seul nom de groupe que j'aie osé proposer alors a été celui de *marnes d'Hauterive*, pour désigner les marnes bleues très-fossilifères avec *Toxaster complanatus*, *Ostrea Couloni*, etc. Cette désignation de sous-groupe a été très-bien accueillie par les géologues, et il me semble qu'on s'en est servi avec avantage. Depuis 1848, j'ai fait trois voyages dans l'Amérique, et ayant ainsi passé plus de huit années à étudier et à décrire la géologie d'une grande partie du nouveau monde, je n'ai pu par conséquent poursuivre d'une manière continue et régulière mes études sur le néocomien du Jura, quoique j'aie fait plusieurs observations pendant ce laps de temps. Aussi, c'est avec hésitation que je vais proposer la classification suivante ; étant convaincu que d'autres géologues, surtout MM. Lory et Campiche, se seraient acquittés de cela beaucoup mieux que moi. Mais M. Lory a quitté le Jura depuis plus de six années, et le docteur Campiche, quoique convaincu de la nécessité d'une classification avec des désignations de localités, a décliné de le faire, malgré l'excellente occasion qu'il a d'en proposer une dans sa *Description des fossiles du terrain crétacé de Sainte-Croix*, en voie de publication actuellement avec la collaboration de MM.

F.-J. Pictet et Tribolet. Je devrais peut-être imiter cette prudente réserve ; cependant, j'ai la conviction qu'une classification avec des noms de localités, ou une classification *nationale*, comme les nomme un savant géologue, grand ami des noms de villages d'Angleterre ; mais, ennemi juré du *néocomien* et de tous les noms de localités qui ne se trouvent pas entre Edimbourg et Douvres ; j'ai la conviction, dis-je, qu'une pareille classification, quelque mauvaise soit-elle, sera cependant mieux que ce qui existe. D'un autre côté, le néocomien du Jura a été, est et restera comme le type primitif d'une formation dont le rôle, dans la série stratigraphique, s'est acquis une place que tout le monde lui accorde aujourd'hui, même l'historien des progrès de la géologie, car il est à remarquer que M. d'Archiac, malgré ses protestations contre l'emploi du mot *néocomien*, est obligé lui-même de s'en servir, avec mauvaise grâce, cela est vrai, mais enfin de gré ou de force il s'est laissé néocomiéniser, et tous ceux qui connaissent l'inflexibilité des principes de l'illustre savant, comprendront qu'il n'a pas été facile de faire une pareille conversion.

GROUPE DE SALINS.

Voici un résumé explicatif de la Section théorique de la série des strates néocomiennes et du groupe jurassique de Salins ; pour la partie centrale des monts Jura comprise entre Bienne, Gray, Saint-Claude et Genève (voir figure 3). Au-dessus des *calcaires du Banné*, qui terminent le *groupe de Porentruy* (voir : *Lettres sur les roches du Jura et leur distribution géographique dans les deux hémisphères*, p. 42, etc.), se trouve le *groupe de Salins*, formant la dernière série d'assises de l'*étage de l'Upper oolite*. Ce groupe commence par les couches des *marnes de Salins*, dont l'épaisseur moyenne est de 15 pieds. Des marnes grises-blanchâtres, un peu jaunes, avec des intercalations d'assises minces de calcaire marno-compactes, composent cette division. Les fossiles les plus carac-

téristiques sont : *Exogyra virgula* Defr., *Exog. spiralis* Goldf., *Nautilus Marcousanus* d'Orb., *Acrosalenia aspera* Agass., *Trigonia concentrica* Agass., et *Discoidea speciosa* Agass. Ces marnes sont surtout bien développées aux environs de Gray, de Porentruy, de Montbéliard, Besançon et Salins ; on ne les a pas encore signalés dans les cantons de Neuchâtel et de Vaud, ni dans les arrondissements français de Pontarlier et de Saint-Claude.

Calcaires de Salins. — Calcaires très-compactes, blancs grisâtres, bien stratifiés, ayant une épaisseur moyenne de 100 pieds. Les strates ont généralement une épaisseur qui varie de 2 à 5 pieds ; mais dans beaucoup de localités on trouve, à différents niveaux, car il n'y a rien de fixe là-dessus, des assises minces ayant en *maximum* un demi-pied d'épaisseur, et qui sont de véritables pierres lithographiques. A Suziau, près de Salins, ces calcaires lithographiques se trouvent aux deux tiers de la hauteur de la division, tandis qu'à Arc, près de Gray, ils sont à la base ; du reste, ils sont caractérisés partout par une grande abondance d'empreintes dentritiques. Mais un caractère pétrographique qui, jusqu'à présent, paraît être général pour cette région, est que les calcaires de Salins sont terminés par des couches de *calcaires magnésiens* ou *dolomitiques*. L'épaisseur de cette espèce de *dolomie* est de 2 à 6 pieds ; par assises minces ne dépassant guère un demi-pied, et n'ayant le plus souvent qu'un pouce et même moins. Comme ces strates dolomitiques terminent la série jurassique, il arrive généralement qu'elles ont été détruites par les agents atmosphériques ou autres, qui ont agi dans cette région depuis les dislocations des monts Jura ; cependant, il n'est pas bien rare d'en trouver des petits lambeaux ou des traces aux environs de Salins, de Besançon, de Gray et de Porentruy. Mais où l'on est toujours certain d'observer ces dolomies des calcaires de Salins, c'est au-dessous des strates néocomiennes ; là où elles ont été conservées par les roches qui les ont recouvertes immédiatement

ou peu de temps après la dislocation principale qui a mis fin à l'époque jurassique. J'ai vu souvent ces calcaires magnésiens dans la vallée de Nozeroy, dans celle du Doubs près de Morteau, au Val-de-Travers, aux environs de Neuchâtel, de Sainte-Croix, de Saint-Cergue, des Rousses et près de Gray dans la Haute-Saône.

Les fossiles des calcaires de Salins sont distribués d'une manière assez irrégulière dans la région centrale du Jura; ainsi, tandis qu'ils sont très-nombreux dans les environs de Gray, de Montbéliard, de Porentruy, de Besançon, de Salins et même de Nantua ; ils sont très-rares dans tout le haut Jura. Ce n'est que depuis douze années que l'on a commencé à étudier la faune renfermée dans les strates de cette division. Je me rappelle encore l'étonnement de Thurmann lorsqu'en 1845 je lui soumis les fossiles que j'avais recueillis dans les calcaires de Salins, surtout aux localités de Suziau et d'Aiglepierre, où j'étais sûr des superpositions des assises sur le groupe de Porentruy, appelé alors *calcaires et marnes à Ptérocères*; il n'avait rien rencontré de pareil jusqu'alors, et me déclara, après une première étude, que c'était une nouvelle faune qui n'avait pas encore été signalée ni en Angleterre, ni en Allemagne. L'année suivante je remis à Alcide d'Orbigny les fossiles que j'avais recueillis, et il me déclara aussi, tout d'abord, que c'était une faune nouvelle et qu'il n'en avait pas encore eu connaissance; il me fit, du reste, la même déclaration pour la faune renfermée dans la *Limonite de Métabief* que je lui présentai en même temps. Dans les années suivantes, d'Orbigny reçut de M. Bernard, de Nantua, la même faune des calcaires de Salins, avec une addition considérable d'espèces nouvelles, et Thurmann reconnut aussi ce groupe à Porentruy et à Monbéliard, où jusque-là il l'avait confondu avec le groupe du Banné, le regardant comme un faciès différent de ce dernier. Je rappelle ces premières recherches sur la faune des *calcaires de Salins*, surtout à cause de l'impression que j'en reçus; car en voyant

que des savants aussi bons observateurs que d'Orbigny et Thurmann qui, depuis quinze et vingt années, s'occupaient avec tant de succès de l'histoire de l'époque jurassique, n'en avaient pas eu connaissance, j'en conclus que le terrain jurassique était plus complet dans le Jura qu'en Angleterre, et qu'en voulant persister dans l'emploi de la classification dite *anglaise*, on faisait fausse route et qu'il était nécessaire d'avoir une classification *nationale* pour le Jura. Je fis à cette époque cette classification, mais on était alors tellement enroutiné dans le *Bradford-clay*, le *Cornbrash*, le *Calcareous grit*, le *Kimméridien* et le *Portlandien*, que je dus mettre ma classification dans ma poche, et céder aux conseils des *leaders* ou meneurs de la géologie de cette époque. Je le fis surtout afin de ne pas apporter de changements aux expressions orographiques de Thurmann, qui désirait retenir ses expressions de *voûtes portlandiennes*, *rutz kimméridiens*, *crêts coralliens*, *combes oxfordiennes*, etc., etc. Car il est à remarquer que Thurmann, s'il avait, on peut le dire, une véritable passion pour créer des mots nouveaux, tirés surtout du grec, du latin, de l'allemand et même du patois bruntrutien, conseillait toujours aux autres de n'en pas créer et de se servir de ce qui existait.

La faune du calcaire de Salins est effectivement des plus importantes, car elle comble un vide dans le grand iatus créé en Angleterre par les formations d'eaux douces qui s'y trouvent entre le portland-stone et le lower-green-sand. Ce vide, dans la série des faunes marines de la Grande-Bretagne, a été le gouffre dans lequel sont venus se précipiter et faire pêle-mêle la culbute tous les géologues qui se sont plus préoccupés de ce qui existait à Portland, à Purbeck, à Hastings, etc., que de ce qu'ils avaient à leurs portes et qui, comme l'astronome se jetant dans un puits, paraissent avoir regardé beaucoup plus à l'horizon pour voir s'ils n'apercevaient pas, à travers les brouillards de la Manche, les côtes de l'Angleterre, au lieu d'observer les pavés qu'ils avaient sous les pieds.

Perron est l'observateur qui a donné la liste la plus complète des fossiles des *calcaires de Salins* dans sa *Notice sur l'étage portlandien*, Paris, 1857, en même temps qu'il a décrit avec plus détail, que tout ce qui existait jusqu'alors, cette division supérieure du terrain jurassique des collines de la Haute-Saône. Les recherches de Perron ont eu lieu aux environs de Gray et quoique, de son aveu, la liste soit loin d'être complète, il en énonce 124 espèces, savoir : 3 serpules, 4 ammonites, 26 gastéropodes, principalement nérinées et natices, 42 acéphales, 6 brachiopodes, 3 bryozoaires, 4 échinodermes, 35 zoophytes et 1 amorphozaire. Tous fossiles marins, dont deux seulement sont identiques avec des espèces d'Angleterre : l'*Hemicidaris Purbeckensis* et la *Trigonia gibbosa*.

On peut citer comme *Leitmuscheln* des calcaires de Salins les espèces suivantes : *Hemicidaris Purbeckensis*, Forb. ; *Pygurus Jurensis*, Agass. ; *Pinna Barrensis*, Buv. ; *Natica Marcousana*, d'Orb. ; *Nat. Athleta*, d'Orb. ; *Rostellaria Barrensis*, Buv. ; *Nerinea Salinensis*, d'Orb. ; *N. Elea*, d'Orb. ; *N. subpyramidalis*, d'Orb. ; *N. grandis*, Voltz ; *N. trinodosa*, d'Orb. ; *N. cylindrica*, Voltz ; *Stylina intricata*, From. et *Thamnastrea dumosa*, From. L'*Hemicidaris Purbeckensis* se trouve à 20 pieds de distance de la base de cette division ; il se rencontre assez souvent à Mantoche et à Gray-la-Ville, près de Gray ; j'en ai trouvé des fragments à Aiglepierre, près de Salins, et j'ai de bonnes indications pour penser qu'il existe aux environs de Besançon, de Montbéliard et de Porentruy. Les autres *Leitmuscheln* sont placées principalement au milieu et aux trois quarts de l'épaisseur des calcaires de Salins. Les *calcaires dolomitiques* qui terminent la division ne contiennent pas de fossiles, ou mieux, on n'y en a pas encore trouvé jusqu'à présent.

Les calcaires de Salins sont les dernières strates jurassiques dans les monts Jura. Une discordance de stratification, parfaitement marquée sur tous les flancs des vallées longitudinales, existe entre ces calcaires et les assises qui se sont déposées

postérieurement. En outre, la faune de cette division est intimement liée aux faunes jurassiques de l'étage de l'Upper oolite, tandis qu'elle n'a que peu de rapports avec celles de l'époque suivante. Ainsi, après les dépôts des roches magnésiennes supérieures des calcaires de Salins, commence une nouvelle période géologique qui est l'époque crétacée.

(*La suite au numéro prochain.*)

RECHERCHES
SUR LA
CORRÉLATION DE L'ÉLECTRICITÉ DYNAMIQUE
ET DES AUTRES FORCES PHYSIQUES

PAR

M. L. SORET.

(*Extrait par l'auteur.*)

TROISIÈME MÉMOIRE. Sur la chaleur dégagée par le courant dans la portion du circuit qui exerce une action extérieure, et sur les relations entre la valeur du travail externe et l'intensité du courant.

Quelque temps après avoir terminé mon mémoire intitulé : *Sur la chaleur dégagée par le courant dans la portion du circuit qui exerce une action extérieure*[1], j'ai reconnu que, dans les expériences qui y sont rapportées et qui présentent le plus de précision, le travail externe engendré par le courant n'était pas assez considérable pour qu'il ne restât aucun doute sur la valeur des résultats. J'ai donc repris ces recherches en m'efforçant d'augmenter le travail externe sans rien enlever à la rigueur

[1] Voyez *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, tome XIV, 2me partie, p. 365. Voyez également *Archives*, tome XXXVI, p. 49.

des déterminations, et, dans ce but, j'ai dû apporter quelques modifications à l'appareil que j'employais. La description détaillée de ces nouvelles expériences sera publiée prochainement dans les *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*; je me bornerai à dire ici que je suis arrivé à la confirmation complète des résultats de mon second mémoire, dont le principal était le suivant : *Le rapport des quantités de chaleur dégagée dans deux portions d'un circuit, lorsqu'il ne se produit aucun travail externe, n'est pas modifié quand une de ces portions vient à exercer une action extérieure.*

L'un des moyens que j'ai employés pour faire produire au courant une plus grande quantité de travail externe, consiste à se servir d'une hélice traversée par un courant discontinu, à l'extérieur de laquelle on place un cylindre de fer doux; puis à glisser entre l'hélice et le fer doux un cylindre creux en laiton. Dans cette disposition le travail externe se compose : 1° d'aimantations et de désaimantations du fer, c'est-à-dire d'un mouvement moléculaire qui se convertit à son tour en chaleur, et dont l'effet final est un réchauffement du fer; 2° de courants d'induction qui se développent dans le cylindre de laiton, et dont l'effet final est le réchauffement du laiton. Il est facile de concevoir que cette adjonction d'un cylindre de laiton, ou plus généralement d'un système de conducteurs entourant le fer, en permettant la propagation de courants induits doit augmenter la quantité de travail externe : c'est une nouvelle action extérieure qui vient s'ajouter à l'aimantation.

Lorsqu'on veut mesurer, dans des cas de ce genre, la valeur du travail externe, on peut employer un procédé très-simple. On dispose deux hélices semblables placées chacune dans un calorimètre rempli d'essence de térébenthine; au centre de l'une de ces hélices on place un cylindre de fer doux, baigné également par l'essence. On commence par faire passer un courant continu dans ces deux hélices; dans ce cas il ne

se produit pas de travail externe sensible. Cette expérience permet donc de déterminer le rapport des élévations de température produites par les deux hélices parcourues par un même courant. Puis, dans une seconde expérience, on fait passer un courant discontinu; l'hélice qui contient le noyau magnétique produit alors des aimantations successives ainsi que des courants d'induction si l'on a ajouté un cylindre de laiton autour du cylindre de fer; et comme ces derniers corps sont aussi plongés dans l'essence, leur échauffement contribue à élever la température des calorimètres. Mes expériences déjà citées ont démontré que le rapport de la chaleur dégagée par les deux hélices n'est pas altéré lors même que l'une des deux exerce une action extérieure sous l'influence d'un courant discontinu. Il en résulte, qu'au moyen de l'élévation de température du premier calorimètre dont l'hélice ne contient pas de corps magnétique ou conducteur, et du rapport déterminé dans la première expérience, il sera facile de calculer la chaleur dégagée par le fil même de l'autre hélice. En retranchant cette quantité de la chaleur totale accusé par le second calorimètre, on obtiendra l'effet des aimantations et des courants induits, c'est-à-dire la valeur du travail externe.

En opérant de cette manière j'ai reconnu que l'adjonction d'un cylindre de laiton autour du cylindre de fer augmente notablement la proportion de travail externe. Ainsi, dans deux expériences complétement identiques sous tous les rapports j'ai trouvé qu'avec un cylindre de laiton le travail externe produisait une élévation de température de 1°,07 soit 0,28 de la chaleur dégagée dans le fil même de l'hélice; tandis que sans cylindre de laiton le travail externe produisait une élévation de température de 0°,38 soit 0,09, seulement de la chaleur de l'hélice.

J'ai trouvé également qu'en plaçant un cylindre de fer dans chaque calorimètre, et en ajoutant un cylindre de laiton à l'un des deux seulement, l'élévation de température de ce dernier était notablement plus grande que celle de l'autre.

Ces résultats démontrent que le travail externe est bien réellement plus grand quand les courants d'induction peuvent se développer.

On a assez généralement admis que l'intensité du courant va en diminuant à mesure que le travail externe devient plus considérable. Or, dans le cas d'augmentation de travail externe par le développement de courants d'induction ce n'est pas ce qui a lieu. M. P.-A. Favre attirait récemment l'attention sur ce point en ces termes [1] : « ..... Lorsque le circuit induit (de l'appareil de Ruhmkorff) était fermé, lorsqu'on devait s'attendre par suite de la production d'un nouveau travail, à une augmentation de résistance du circuit, et par conséquent à une intensité moindre du courant, à une plus longue durée pour une quantité égale d'action chimique dans la pile, à une dépense plus forte de chaleur dans la partie extérieure du circuit, le contraire a eu lieu. »

Cette augmentation d'intensité du courant primaire lorsqu'on ferme le circuit induit avait déjà été signalée par M. de la Rive, et quand on dirige exclusivement son attention sur les phénomènes d'induction, ce fait ne surprend pas, et on l'explique en remarquant que la réaction de l'aimant se porte sur le circuit induit au lieu de se porter sur le circuit inducteur dans lequel l'extra-courant de fermeture perd beaucoup de son énergie et diminue par conséquent moins l'intensité moyenne du courant primaire. Mais le fait paraît moins simple quand on veut le concilier avec l'augmentation du travail externe qui accompagne le développement des courants induits. Aussi il m'a paru nécessaire de bien constater par l'expérience cette augmentation d'intensité du courant.

J'ai fait d'abord l'expérience avec l'appareil de Ruhmkorff et une boussole des tangentes. Quand le circuit induit était

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des sciences,* t. XLVI, p. 662, 29 mars 1858. — *Archives* (nouvelle période), t. II, p. 191, juillet 1858.

ouvert la déviation de l'aiguille était de 55°; elle s'élevait à 80° quand le circuit induit était fermé.

Ce résultat obtenu avec l'auto-interrupteur, dont l'appareil de Ruhmkorff est ordinairement muni, ne m'a pas paru concluante pour les motifs suivants. Lorsqu'il se développe des courants induits l'aimantation et la désaimantation du noyau de fer doux peuvent être retardées : Au moment de la fermeture il se propage un courant induit de sens inverse, et contre-balançant partiellement l'action du courant primaire; il doit par conséquent s'écouler plus de temps avant que le fer ait acquis un magnétisme suffisant pour soulever le marteau. Au moment de la rupture, le courant induit de sens direct peut retarder aussi la désaimantation et maintenir le marteau soulevé pendant un instant. De la résulte : 1° que le circuit primaire reste peut-être fermé pendant une fraction de temps plus grande; 2° que les vibrations de l'interrupteur doivent être moins rapides, que par conséquent les extra-courants se propagent moins fréquemment et diminuent moins l'intensité moyenne.

Je crois que ces causes influent réellement sur l'augmentation considérable d'intensité que l'on observe quand on ferme le circuit induit, mais elles ne suffisent pas à l'expliquer complétement.

En effet, si l'on serre le marteau de manière à empêcher qu'il ne soit soulevé par l'attraction de l'aimant, et que l'on intercale dans le circuit un interrupteur à mouvement d'horlogerie, on observe encore une augmentation d'intensité quand on ferme le circuit induit.

J'ai voulu faire aussi l'expérience, non plus avec un appareil d'induction ordinaire, mais avec les appareils même qui m'avaient servi à constater l'augmentation du travail externe; c'est-à-dire avec une hélice, un noyau de fer doux et un cylindre de laiton pouvant à volonté se placer autour du fer ou s'enlever complétement. Je mentionnerai seulement ici l'un des procédés à l'aide desquels j'ai constaté qu'il y a également augmentation d'intensité dans ce cas.

J'ai formé un circuit d'une pile de Bunsen, de l'hélice placée verticalement et de l'un des fils d'une boussole différentielle. Pour interrupteur j'ai employé une roue dentée que faisait tourner une machine électro-magnétique mise en mouvement par une seconde pile. Un cylindre de fer était placé à l'intérieur de l'hélice, et un cylindre creux en laiton pouvait s'enfiler entre le fer et l'hélice. Ce cylindre de laiton était attaché à un cordon passant sur une poulie, de sorte que je pouvais le placer autour du fer ou le soulever, en lâchant ou en tirant le cordon, sans m'éloigner de la boussole dont j'observais les variations correspondant à ces mouvements. Ces variations sont trop faibles relativement à l'intensité totale du courant pour qu'elles soient sensibles à la boussole si l'aiguille est fortement déviée. Mais on peut ramener l'aiguille à la position d'équilibre en dirigeant dans le second fil de la boussole un courant continu d'intensité et de sens convenable, de manière à contre-balancer l'effet du courant discontinu. A cet effet j'employais deux petits éléments de Daniell et j'arrivais à obtenir une déviation nulle ou presque nulle, sans oscillations sensibles. Alors en laissant descendre le cylindre de laiton, c'est-à-dire dans le cas où il se développait des courants induits, la boussole accusait une augmentation très-notable de l'intensité du courant discontinu [1]. L'aiguille reprenait sa position primitive dès qu'on relevait le cylindre de laiton.

Les autres méthodes d'expérimentation m'ont conduit au même résultat.

Ainsi l'augmentation simultanée du travail externe et de l'intensité me paraît mise hors de doute dans le cas du développement de courants induits. Les faits sont donc moins simples que quelques physiciens avaient pu le croire, et l'on ne peut pas dire qu'à toute augmentation de travail externe

[1] La variation était de 7 degrés environ, et lorsqu'on faisait passer un seul courant, la déviation totale était de 42°.

correspond une diminution proportionnelle de l'intensité, ce qui serait probablement vrai s'il s'agissait de courants continus.

Néanmoins ces phénomènes ne me paraissent pas incompatibles avec la théorie moderne de la corrélation des forces physiques, et voici, je crois, comment on peut les expliquer.

Lorsqu'on fait passer un courant discontinu dans un circuit formant des circonvolutions sur lui-même, il est certain que l'intensité moyenne est moins considérable que si, toutes les autres circonstances demeurant identiques, le circuit était étendu en ligne droite et ne formait pas de circonvolutions. Cette diminution d'intensité résultant de l'induction du courant sur lui-même s'explique par l'augmentation de l'extra-courant ou contre-courant induit, qui se produit à chaque fermeture du circuit avec d'autant plus d'énergie que les circonvolutions sont plus nombreuses.

Or d'après les lois des effets thermiques de l'électricité, cet affaiblissement du courant devrait entraîner une diminution de la quantité de chaleur dégagée dans l'ensemble du circuit, de la même manière que lorsque la diminution d'intensité résulte de la production d'une action extérieure au circuit, il y a moins de chaleur ou de travail interne, le travail externe formant le complément. Cependant il paraît démontré que, dans le cas qui nous occupe, comme dans tous les autres, la chaleur dégagée dans tout l'ensemble du circuit est égale à la chaleur dégagée par l'action chimique qui se passe dans la pile. Et comme ici il n'y a point de travail externe produit, il faut que la chaleur dégagée dans le circuit même soit plus grande que celle que le calcul déduirait de l'intensité variable du courant et de la résistance constante du circuit.

Cet excès de chaleur se trouverait-il concentré dans la partie du circuit où se trouvent les circonvolutions? En d'autres termes, une hélice parcourue par un courant discontinu dégagerait-elle plus de chaleur qu'une portion rectiligne de même résistance, et faisant partie du même circuit? Je ne le pense

pas : l'analogie avec ce qui se passe lors de la production d'un travail externe, cas que j'ai étudié spécialement, indiquerait qu'il n'en est pas ainsi [1].

L'on doit plutôt supposer qu'au moment de l'établissement du courant, la résistance du circuit est plus forte que lorsque le courant passe depuis un certain temps et que les molécules ont pris la position convenable pour la propagation de l'électricité. Ainsi, au moment de la fermeture du circuit la résistance serait plus grande, et d'autant plus grande que les circonvolutions du circuit sont plus nombreuses. Il résulterait de cette augmentation de résistance un accroissement de chaleur dégagée sans que la loi de proportionnalité au carré de l'intensité cessât de se vérifier.

Si dans la partie du circuit enroulé sur lui-même on introduit un noyau de fer doux, il y a encore une augmentation de résistance ; seulement cette résistance étant extérieure au circuit, c'est à l'extérieur que se manifeste la chaleur ou le travail externe correspondant, c'est le fer doux qui s'échauffe.

Si l'on ajoute encore, autour de l'aimant, des conducteurs où puissent circuler des courants induits, on augmente bien la résistance extérieure et le travail externe, mais en même temps on diminue la résistance provenant de l'induction du fil sur lui-même ; et ce dernier effet surpassant le premier, on observe en définitive une augmentation de l'intensité du courant.

On pourrait encore, en maintenant à peu près cette explication, présenter les faits d'une manière un peu différente, et peut-être préférable. Lors du passage d'un courant discontinu dans un appareil d'induction, il se produit : 1° du travail interne proprement dit, c'est-à-dire une quantité de chaleur proportionnelle au carré de l'intensité et à la résistance du circuit ; 2° une

[1] J'ai fait quelques expériences dans le but de déterminer ce point ; leur résultat serait celui que j'indique ici ; mais elles sont trop délicates et trop peu nombreuses encore pour que je puisse les considérer comme suffisantes.

autre quantité de travail est dépensée à chaque fermeture du circuit, pour vaincre l'inertie du conducteur au passage de l'électricité, pour orienter convenablement les molécules. Ce travail, que l'on peut appeler *extra-travail interne* puisqu'il correspond à l'extra-courant, est d'autant plus considérable que le conducteur fait plus de circonvolutions. Lors de l'ouverture du circuit, les molécules revenant à leur position première, l'extra-travail interne se convertit en chaleur à l'intérieur du circuit [1] ; 3° il se produit enfin du travail externe, par exemple des aimantations successives qui se convertissent elles-mêmes en chaleur extérieure au circuit ou en travail mécanique, etc.

La somme de ces trois quantités de travail est équivalente à la chaleur dégagée par l'action chimique qui produit le courant.

Si maintenant on dispose un conducteur où puissent se développer des courants d'induction, si l'onferme le circuit induit, l'extra-travail interne est diminué et le travail externe est augmenté ; mais comme le premier effet surpasse le second, l'intensité moyenne du courant est augmentée.

C'est avec réserve que je présente cette hypothèse, qui demande évidemment un examen plus complet, et je me borne à considérer comme démontrés par l'expérience les résultats suivants :

1° Les conclusions de mon second mémoire sont confirmées par mes nouvelles expériences.

2° Dans un appareil électro-magnétique à courant discontinu, le travail externe est plus grand s'il peut se développer des courants induits.

3° L'intensité moyenne du courant primaire augmente en même temps ;

4° Le travail externe n'est pas proportionnel à la diminution d'intensité moyenne du courant discontinu qui le produit.

[1] Nous indiquons en passant la probabilité qu'une grande partie de cette quantité de chaleur soit dégagée sous forme d'étincelles au point de rupture du circuit. Nous ferons aussi observer que la présence ou l'absence d'un noyau de fer doux doit influer sur la valeur de l'extra-travail interne.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

1. — William ROGERS; QUELQUES EXPÉRIENCES SUR LES FLAMMES SONORES, SUIVIES DE REMARQUES SUR L'ORIGINE DE LEURS VIBRATIONS. (*American Journal of Science and Arts*, juillet et septembre 1858.)

L'auteur, après avoir rappelé les expériences de Tyndall et celles plus récentes de Leconte[1], traite, en premier lieu, de *la production de sons musicaux provenant de flammes qui s'échappent de mèches ou de gazes métalliques*. Il montre que l'absence habituelle de son dans le cas de la combustion de bougies ou de lampes, n'est point due, comme on pourrait le croire, à l'influence de la mèche sur le mouvement vibratoire, mais plutôt à la nature de la matière combustible, laquelle, par suite du peu de chaleur dégagée et du manque de la quantité d'air requis pour produire une succession d'explosions, s'éteint le plus souvent avant que le son musical puisse être développé. En employant une lampe à alcool ou à éther sulfurique, avec mèche de coton, munie d'un tube de 5 pouces de haut et de $^1/_5$ de pouce de diamètre, l'auteur a obtenu parfois un son musical parfaitement pur en plaçant sur la flamme un tube résonnant de 5 à 6 pieds de long. L'effet cependant, dans ce cas, est loin d'être constant; le son devient incertain et cesse même de se faire entendre dès que la flamme et le tube ne sont plus dans un certain rapport de position l'un relativement à l'autre. L'auteur a réussi, par l'emploi de mèches creuses et de tubes résonnants qui ne les dépassaient que peu en diamètre, à obtenir des effets beaucoup plus constants, qu'il attribue à la surface plus grande que la mèche présente dans ce cas à l'air, et partant, à la facilité donnée à la formation du mélange explosif. L'effet produit, dépendant de l'accès à la flamme d'un courant d'air ayant une force et une direction données, il est indispensable de proportionner la hauteur de la flamme et sa position dans le tube résonnant, aux dimensions de celui-ci. Avec un tube de 2 pieds de long, par exemple, la flamme doit être basse et placée de manière que sa base soit de niveau avec le bord inférieur du tube. Si, au contraire, le tube est long de 5 à 6 pieds, il convient de donner plus de hauteur à la

[1] Voyez le numéro des *Archives* de mars 1858.

flamme, et d'abaisser le tube d'environ un pouce au-dessous de sa base. Au moyen de ces précautions, et en employant, suivant les circonstances, des tubes résonnants de $1\ ^1/_4$ à $1\ ^1/_2$ pouce de diamètre et longs de 18 pouces à 6 pieds, l'auteur est parvenu à faire rendre à la flamme d'une lampe à alcool à mèche de coton un son aussi clair et aussi constant qu'à une flamme gazeuse.

2° *L'état sonore peut être provoqué en communiquant à la flamme un mouvement rapide.* — Pour produire l'effet en question dans le cas de la flamme provenant du gaz de la houille, il n'y a qu'à faire osciller d'un côté à l'autre du tube résonnant le tuyau d'écoulement du jet de gaz. Il est bon de recouvrir celui-ci d'une peau pour empêcher le bruit qui pourrait provenir de son choc contre les parois du tube de verre. Ce mouvement du jet est très-efficace pour provoquer l'état sonore, même dans des cas où le manque d'accord entre les proportions du tube et de la flamme serait de nature à empêcher tout effet de cette nature. L'auteur attribue l'action du jet en mouvement, d'abord à un commencement de résonnement musical produit par le choc du tuyau contre le verre toutes les fois que ce contact a lieu, et, dans les cas où il y a une simple oscillation sans contact, au mélange que cette oscillation provoque entre le gaz et l'air environnant, d'où résulte la succession rapide de petites explosions de nature à produire un son musical.

3° *L'état sonore peut être amené en introduisant dans le tube résonnant une dose additionnelle d'air atmosphérique.* — L'auteur y parvient en employant un tuyau flexible destiné à transporter l'air dans le tube de bas en haut; l'air en question peut être fourni soit par un gazomètre adjacent, soit par les poumons même de l'opérateur. Il convient en général que les ouvertures destinées à donner passage au courant d'air soient placées à 2 ou 3 pouces au-dessous du tuyau résonnant. Par suite de cet arrangement, il arrive que, lorsque la flamme, quoique encore silencieuse, se trouve néanmoins déjà disposée à émettre spontanément un son musical, il suffit de respirer même légèrement à travers le tuyau d'Argand, pour provoquer et maintenir un beau son musical. Un effet semblable a lieu dans les cas mêmes, où la flamme ne paraît pas facilement susceptible d'action sonore, pourvu qu'on emploie un courant d'air plus fort, et appliqué un peu plus près de l'ouverture du tube résonnant. L'auteur a trouvé, par exemple, qu'en employant un tube de 5 pieds de long sur $2\ ^1/_2$ pouces de diamètre, avec une flamme de 2 pouces provenant d'un jet de $^1/_{50}$ de pouce qu'il introduisait jusque dans l'intérieur même du tube, il suffisait d'augmenter

graduellement la force du jet pour faire rendre à la flamme un très-beau son d'orgue. Ces observations paraissent tendre à confirmer l'opinion déjà émise, que toute flamme, de quelque nature qu'elle soit, est capable d'exciter des vibrations sonores, pourvu que les gaz ou vapeurs combustibles se trouvent mêlés avec de l'air dans la proportion requise pour donner lieu à une succession rapide et uniforme de petites explosions.

4° *Les intermittences de la flamme musicale deviennent visibles lorsqu'on communique à celle-ci un mouvement rapide d'oscillation ou de rotation.* — Le caractère intermittent de la combustion dans le cas d'une flamme musicale a déjà été démontré par M. Tyndall, en faisant tomber la lumière qui en provient sur un miroir auquel on a imprimé un mouvement de rotation, et qui la réfléchit de manière à former une série d'images sur un écran placé à une certaine distance. L'auteur arrive au même résultat d'une manière plus simple en faisant osciller rapidement une flamme, ou mieux encore, en lui donnant un mouvement régulier de rotation dans l'intérieur du tube. Dans le premier cas, si après avoir donné au jet enflammé un mouvement régulier de va et vient dans le tube, on ajuste la flamme de manière que celle-ci ne commence à produire un son que quelque temps après qu'on lui a communiqué le mouvement ci-dessus, ou qu'on a continué à abaisser le tube, on n'aperçoit au premier moment qu'un ruban continu de lumière dû à la permanence de l'impression visuelle; mais dès que le chant commence à se faire entendre, ce ruban devient dentelé dans sa partie supérieure, et si l'on augmente la vitesse du mouvement du jet, il se partage bientôt en colonnes distinctes de flammes séparées par des intervalles obscurs. L'effet devient plus frappant encore lorsqu'on emploie un appareil à jet tournant destiné à donner à la flamme un mouvement régulier de rotation dans le tube. Dans ce cas, si l'on donne au jet un mouvement uniforme, la flamme présente, tant qu'elle reste silencieuse, l'apparence d'un cylindre creux ou d'une colonne tronquée de lumière blanchâtre; mais dès qu'elle devient musicale, ce cylindre acquiert à sa partie supérieure une apparence dentelée, et se partage en un grand nombre de petites colonnes lumineuses séparées les unes des autres par des intervalles à peu près obscurs. Ainsi que l'on devait s'y attendre, le nombre de ces subdivisions, en supposant la vitesse de rotation constante, est plus considérable dans un tube court que dans un tube long, et lorsque le tube rend l'une de ses notes harmoniques que lorsqu'il émet son son fondamental. Dans un même tube, le nombre des subdivisions diminue avec la vitesse de rotation de la flamme; on comprend, en

effet, qu'à mesure que cette vitesse augmente, un plus petit nombre de vibrations ou d'explosions doit correspondre à chaque révolution du jet enflammé. La flamme étant en général très-peu lumineuse lorsque les gaz qui la produisent se trouvent réunis dans la proportion requise pour constituer l'état explosif, l'auteur en conclut que, dans toutes ces expériences, les intervalles obscurs indiquent les périodes d'explosion, et les intervalles lumineux celles où le gaz brûle, comme d'ordinaire, avec une flamme blanche et brillante.

5° *Les intermittences de la flamme musicale sont rendues visibles par un objet en mouvement qu'elle illumine.* — Dans l'appareil à jet tournant dont nous venons de parler, l'apparence du bras horizontal du jet en a fourni incidemment une illustration frappante. Toutes les fois que le retour de la flamme lumineuse entre les explosions éclairait cette portion du tuyau, elle se présentait sous l'apparence d'une succession de raies correspondant aux subdivisions de la couronne lumineuse; et si, pour varier l'effet, on noircit le bras horizontal du tuyau, et qu'on fixe sur son extrémité extérieure une perle polie de verre ou de métal, aussitôt on voit apparaître un cercle de points brillants, dont chacun, en réglant convenablement le mouvement du jet, semble rester parfaitement immobile.

6° *Sur l'origine des flammes musicales.* — Les expériences qui précèdent, combinées avec celles de Faraday, Tyndall et autres, suffisent sans doute pour montrer que la cause immédiate des vibrations sonores gît dans les explosions périodiques du gaz. Mais la cause de cette périodicité ou intermittence dans la combustion de la flamme musicale n'est point encore clairement définie. M. Leconte, dans un mémoire récent, l'attribue à un mouvement vibratoire propre au jet de gaz, indépendamment de sa combustion et l'assimile aux effets de même nature produits par des sons extérieurs sur les jets liquides. Quelques expériences de Savart, et plus récemment des résultats obtenus par M. Masson et M. Sondhauss, paraissent mettre cette analogie hors de doute. M. Masson, en particulier, a démontré expérimentalement : 1° que l'écoulement d'un gaz quelconque, par un orifice pratiqué dans un disque de métal, n'est pas continu, mais périodiquement variable, et que cet orifice est le siége d'un mouvement vibratoire qui produit un son en agissant sur l'air extérieur; 2° que le nombre de vibrations imprimées au gaz au moment de son écoulement, est directement comme la racine carrée de la pression, et est indépendant du diamètre de l'orifice. M. Sondhauss, de son côté, a été conduit par une autre série d'expériences aux mêmes conclusions quant à l'état mécanique

du jet gazeux, et, de plus, il a cherché à expliquer les vibrations de ce fluide par le frottement des particules du jet contre les bords de l'orifice. Il a remarqué, entre autres observations, qu'en faisant résonner un tuyau d'orgue près de l'orifice d'un jet gazeux, certains sons du tuyau sont accompagnés d'un son secondaire produit par le jet de gaz, son qui est à l'unisson de celui du tuyau, ou bien un octave au-dessous. L'auteur voit dans cette observation la contre-partie exacte de l'expérience de M. Tyndall, dans laquelle son tube rend un son musical dès qu'on fait entendre dans le voisinage un son d'un ton et d'une intensité donnés.

M. Rogers résume comme suit les phases principales dans la production de la flamme musicale :

1° Tout jet gazeux, et partant, toute flamme qui en provient, est constamment le siége d'un mouvement vibratoire; mais dans les circonstances ordinaires, ce mouvement est trop faible pour produire des effets sensibles à la vue ou à l'ouïe.

2° Lorsque le jet est placé dans des conditions de nature à favoriser une combustion explosive, les intermittences du jet, dues au mouvement vibratoire, rendent les explosions plus ou moins discontinues, et ajoutent ainsi considérablement à l'énergie des vibrations.

3° Les vibrations de la flamme explosive, lorsqu'elles ont lieu dans un tube de dimensions convenables, s'accumulent et se renforcent jusqu'à ce que, par suite de la réaction mutuelle des vibrations du jet gazeux et de la colonne d'air, il se produise un son à l'unisson de la note fondamentale du tube, ou de l'une de ses harmoniques.

L'auteur, dans une note additionnelle insérée dans le numéro de septembre du même journal, cherche à établir que, dans le cas de flammes provenant de lampes à mèche ou à gaze métallique, celles-ci agissent de deux manières différentes pour produire les vibrations sonores : 1° En produisant dans le tube résonnant un fort courant d'air de bas en haut, ce qui suffit déjà pour provoquer une vibration faible dans le courant d'air qui s'y trouve renfermé. 2° La combustion explosive de la flamme, devenue intermittente par l'action de la colonne d'air vibrante, tend à renforcer l'intensité de ces vibrations; tandis que celles-ci, par suite de leur réaction, rendent plus sensibles les différences entre les périodes des explosions et leurs intermittences, jusqu'à ce qu'enfin les vibrations communiquées à l'air du tube, finissent par acquérir l'intensité requise pour produire un son musical. L'on voit ainsi que, tandis que dans le cas des jets gazeux simples, la source primaire de la vibration gît, suivant M. Rogers, dans le jet lui-même, dans le cas de flammes provenant de mè-

ches ou de gazes métalliques, qui peuvent être regardées comme donnant lieu à un nombre indéfini de jets s'entremêlant les uns avec les autres, l'auteur la rapporte à la colonne d'air renfermée dans le tube. Cependant dans l'un et dans l'autre cas c'est toujours l'action explosive qui renforce les vibrations jusqu'à leur faire produire un son musical.

---

2. — F.-C. CALVERT et R. JOHNSON ; SUR LA CONDUCTIBILITÉ CALORIFIQUE DES MÉTAUX ET DE LEURS ALLIAGES. (*Philosophical Magazine*, novembre 1858.)

L'extrait de ce mémoire, publié par le *Philosophical Magazine*, ne contient pas la description de la méthode et de l'appareil que les auteurs ont employés pour la détermination de la conductibilité[1] ; il est donc impossible d'apprécier la valeur des résultats qu'ils rapportent. Cette lacune est d'autant plus regrettable que les chiffres qu'ils indiquent pour le pouvoir conducteur des métaux s'écartent notablement des résultats soit de M. Despretz, soit de MM. Wiedemann et Franz. Il est possible que ces divergences portent seulement sur les chiffres absolus et que les résultats puissent avoir toute la valeur que les auteurs leur attribuent. C'est ce qu'il nous est impossible de décider.

Ces réserves faites, nous reproduisons les conclusions relatives à la conductibilité des alliages, conclusions qui ne manquent pas d'être intéressantes si elles sont exactes :

Les alliages peuvent être classés à cet égard en trois catégories :

1° Les alliages qui conduisent la chaleur proportionnellement aux proportions équivalentes et à la conductibilité des métaux qui les composent (in ratio with the relative équivalents of the metals composing them).

2° Les alliages dans lesquels il y a un excès d'équivalents du métal composant le plus mauvais conducteur, tels que ceux qui sont représentés par les formules 1 $Cu + 2\ Sn$, 1 $Cu + 3\ Sn$, etc., et qui possèdent la propriété curieuse et inattendue de conduire la chaleur comme s'ils ne contenaient pas la moindre proportion du métal le meilleur conduc-

[1] Cet article était écrit quand a paru dans les *Comptes rendus de l'Académie* (29 décembre 1858) un extrait du travail de MM. Calvert et Johnson, dans lequel on trouvera quelques détails et beaucoup de résultats numériques que l'analyse du *Philosophical Magazine* ne contenait pas. Le procédé que les auteurs ont adopté n'y est cependant pas décrit, mais il semble résulter de l'un des tableaux que la conductibilité a été appréciée au moyen de l'échauffement d'une certaine quantité d'eau par l'intermédiaire d'un barreau de la substance étudiée.

teur. La conductibilité de ces alliages est la même que si le barreau était entièrement composé du métal le plus mauvais conducteur [1].

3° Les alliages composés des mêmes métaux que ceux de la classe précédente, mais dans lesquels le nombre des équivalents du métal le meilleur conducteur est supérieur au nombre des équivalents du métal moins bon conducteur, tels que 1 $Sn+2\,Cu$, 1 $Sn+3\,Cu$, etc. Dans ce cas chaque alliage présente une conductibilité propre et arbitraire, qui va en croissant et en se rapprochant de celle du métal composant le meilleur conducteur à mesure que la proportion de ce dernier augmente elle-même.

L. S.

---

3. — G.-A. FAVRE ; RECHERCHES THERMO-CHIMIQUES SUR LES COURANTS HYDRO-ÉLECTRIQUES. (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, du 11 octobre 1858.)

M. Favre a publié dans le numéro du 11 octobre 1858 des *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, une cinquième notice relative à ses *Recherches thermo-chimiques* sur l'électricité, dans laquelle il s'occupe surtout des résistances dans la pile voltaïque. Il avait déjà, dans sa dernière communication, énoncé le résultat suivant :

« Toute la chaleur que développe l'action chimique ne se retrouve pas dans le circuit dont la longueur est calculée à l'aide de la formule bien connue, puisque celui-ci, quel que soit son développement, donne toujours dans les expériences inscrites au tableau le nombre constant 15000, tandis que l'action chimique produit 18685 unités de chaleur. Une quantité, qui serait (dans les conditions où je me suis placé) de 3600 unités environ, est employée à vaincre une résistance sur la nature de laquelle je n'oserais encore émettre aucune hypothèse. »

De nouvelles et nombreuses expériences exécutées dans des conditions variées sont venues confirmer pleinement la conclusion ci-dessus énoncée. Le tableau suivant renferme les résultats de ces expériences, qui ont été tous calculés pour une même quantité d'action chimique, savoir celle qui donne naissance à 1 gramme d'hydrogène et produit en totalité 18680 unités de chaleur. Voici ce tableau :

[1] M. Wiedemann avait déjà trouvé que la conductibilité du laiton est la même que celle du zinc ; cependant ici le cas n'est pas tout à fait le même, puisque le laiton contient à peu près 2 équivalents de cuivre pour 1 de zinc. (*Réd.*)

RÉSISTANCE.	Chaleur donnée par le calorimèt.	Chaleur hors du calorimèt (calculée).	Chaleur totale du circuit R + r.	Valeurs de ρ.	Tangentes des déviations.	Durée en minutes.
Série A. R=36mm. Acide=52gr,65.						
(1) Pile seule	18680	»	»	»	»	»
(2) Boussole et fils 14mm	14582	4098	14635	4045	2,7475	22
(3) r=1000mm . .	5045	13635	14126	4554	0,1318	328
(4) r=2000mm . .	4235	14445	14705	3975	0,0743	582
(5) r=4000mm . .	3671	15009	15144	3536	0,0375	1082
(6) r=6000mm . .	3297	15383	15475	3205	0,0262	1542
Série B. R=54mm. Acide = 26gr,32.						
(7) r=1000mm . .	5855	12825	13338	5342	0,1236	355
Série C. R=70mm. Acide=13gr,16.						
(8) r=1000mm . .	6980	11700	12519	6161	0,1157	375
(9) r=2000mm . .	6403	12277	12707	5973	0,0635	664
(10) r=4000mm . .	5807	12873	13098	5582	0,0332	1242
Série D. Acide variable.						
(11) { R= 50mm. . . r=4000mm. . . }	4331	14349	14528	4152	0,0384	1115
(12) { R= 62mm. . . r=4000mm. . . }	4651	14029	14246	4434	0,0375	1156
(13) { R= 106mm. . . r=4000mm. . . }	6685	11993	12312	6468	0,0322	1256
(14) { R= 106mm. . . r=1000mm. . . }	8410	10270	11359	7321	0,1204	374

On part donc, dans le tableau qui précède, du principe déjà démontré que la quantité de chaleur développée dans la totalité du circuit est constante pour une même quantité d'action chimique, quelle que soit la résistance et la longueur du circuit, et que la répartition seule dans les différentes parties du circuit peut varier. On mesure directement au moyen du calorimètre la quantité de chaleur dégagée dans la pile ; on obtient ainsi les nombres contenus dans la première colonne. Retranchant cette chaleur de la chaleur totale qui, comme nous l'avons dit, est toujours la même

dans toutes les expériences, savoir 18680, on a la quantité de chaleur dégagée dans la portion du circuit qui n'est pas la pile; la seconde colonne renferme ces résultats. Cette portion du circuit, qui se compose des fils conducteurs dont on augmente plus ou moins la longueur, et du fil de la boussole des tangentes, qui mesure l'intensité du courant, a une résistance qu'on peut facilement évaluer en longueur du fil du rhéostat comme on évalue également celle de la pile : la première est désignée par r, la seconde par R. Connaissant par les nombres de la seconde colonne les quantités de chaleur dégagées dans la portion du circuit qui n'est pas la pile, et qui par conséquent est hors du calorimètre, et dont la résistance est r, on peut calculer quelle doit être la quantité de chaleur dégagée dans tout l'ensemble du circuit dont la résistance est $R+r$, R étant, comme nous l'avons dit, la résistance de la pile. Ce calcul se fait d'après le principe que la quantité de chaleur est proportionnelle dans chaque partie du circuit à la résistance du conducteur. On obtient ainsi les nombres contenus dans la troisième colonne, nombres qui, d'après la loi rappelée plus haut, devraient tous être égaux à 18680, et qui lui sont tous notablement inférieurs, quoiqu'à des degrés différents. La différence entre le résultat théorique et le résultat expérimental dans chaque cas se trouve consignée dans la quatrième colonne et est désignée par ρ. Les cinquième et sixième colonnes donnent l'intensité du courant et la durée de l'expérience.

D'où vient la différence ρ, évidemment de ce que dans la pile il y a plus de chaleur dégagée que celle que donne le calcul qui est basé sur l'assimilation de la pile, quant à la chaleur dégagée, à un fil métallique d'une résistance égale à la sienne. Or nous ne saurions nous ranger aux explications que M. Favre essaie de donner de la cause qui rend cette assimilation défectueuse ; en particulier nous ne saurions admettre la différence qu'il cherche à établir, et que du reste nous ne comprenons pas très-bien, entre la résistance *physique* et la résistance *électrolytique* à la conductibilité électrique, qui, suivant lui, existeraient également dans le liquide de la pile.

Nous ne saurions voir, dans la quantité de chaleur dégagée dans la pile plus grande que celle que donne le calcul basé sur la loi des résistances, qu'un effet de l'action chimique locale qui a toujours lieu plus ou moins dans les couples de la pile même la plus constante. Cette action locale est d'autant plus forte que le courant est plus intense, et par conséquent le réchauffement du liquide des couples plus considérable. C'est pourquoi la quantité ρ est d'autant moindre que le courant a moins d'intensité. Si

elle ne diminue pas considérablement avec l'intensité du courant, c'est que d'autre part le circuit restant fermé d'autant plus longtemps que le courant est moins fort, l'action locale dure aussi plus longtemps et produit, par conséquent, un effet total plus considérable, de sorte que sa plus longue durée compense en partie ce qu'elle perd par une diminution d'intensité du courant. Il suffit d'avoir suivi la marche des piles fermées pendant un certain temps pour voir augmenter graduellement l'action locale jusqu'au point quelquefois, lorsque du moins le courant est très-intense, de produire sur les couples un réchauffement tel qu'on est obligé de suspendre l'expérience en interrompant le circuit.

Nous ne terminerons pas ces observations sur le travail de M. Favre sans en faire encore une relative à la durée de ses expériences. Il nous paraît probable, quoique l'auteur ne le dise pas d'une manière très-explicite, que plusieurs des résultats contenus dans le tableau ci-dessus ont été obtenus par le calcul et non par des expériences directes poussées jusqu'au bout ; car il nous est impossible d'admettre que des expériences du genre de celles dont il s'agit aient pu durer jusqu'à vingt et même vingt-quatre heures. S'il en est ainsi, nous ne pouvons regarder les nombres donnés comme parfaitement certains, parce que des actions aussi variables que l'action locale ne peuvent pas être soumises au calcul d'une manière rigoureuse. A. D. L. R.

---

4. — Plücker ; Sur la décharge électrique (Fortgesetzte Beobachtungen über die electrische, etc. *Pogg. Ann.*, n° 9, 1858.)

Ce mémoire fait suite à d'autres qui ont paru dernièrement et dont notre *Bulletin* a fait mention. Il s'agit ici de phénomènes qui présentent un grand intérêt au point de vue de la chimie comme au point de vue physique.

L'auteur établit d'abord que, dans ses expériences, il n'y a pas transport de particules métalliques d'un électrode à l'autre. Les particules arrachés de l'électrode négatif se portent simplement sur les parois voisines du tube ; elles ne constituent point le conducteur par lequel l'électricité circule et se transmet d'un pôle à l'autre. On sait que, depuis certaines observations de Fusinieri, le transport de parcelles de métal a souvent été invoqué pour rendre compte de la fermeture d'un circuit électrique lorsque les électrodes sont à distance ; mais cette explication ne satisfaisait guère complétement, et plus d'une fois on avait mis en doute son

exactitude. M. Plücker se prononce d'une manière très-nette à cet égard et croit que la subtance gazeuse seule sert de conducteur. Il établit, en se basant sur des expériences décrites avec précision, que l'espace absolument vide ne peut point être parcouru par la décharge de la machine d'induction, et il pense que la présence de la matière pondérable est absolument nécessaire pour qu'il y ait passage de l'électricité.

La lumière qui se produit dans les tubes de Geissler, où l'on a des gaz très-raréfiés, ne dépend en aucune façon des électrodes et de leur substance ; elle varie suivant la nature du gaz uniquement. Trois gaz sont particulièrement propres à être choisis comme types ; ils donnent des lumières dont les spectres sont absolument différents et distincts : ce sont l'hydrogène, l'azote et l'acide carbonique. Dans ses dernières expériences, M. Plücker s'est servi de tubes thermométriques dont le diamètre intérieur était d'environ $0^{mm},6$. Ces tubes peuvent être reliés deux à deux par un intervalle étroit de manière à faire passer simultanément la même décharge à travers plusieurs gaz. Les spectres étaient étudiés avec une lunette de Fraunhofer placée à une distance de 4 à 5 mètres et pourvue d'un prisme de flint de 45°.

Dans les tubes étroits renfermant de l'*hydrogène* très-raréfié, le courant lumineux est *rouge*. Le spectre se résume presque en trois raies brillantes ; une première d'un rouge vif à l'extrémité, une seconde bleue verdâtre et une troisième violette, plus pâle. — Dans l'*azote*, le courant est *jaune rouge*. Le spectre présente toutes les couleurs, il n'y a pas d'intervalle obscur comme entre les bandes lumineuses du spectre précédent. Dans le rouge, l'orange et le jaune on remarque 15 lignes sombres et déliées ; il y en a 9 dans le rouge seulement. Après le jaune, il y a un intervalle vert, séparé cependant par un trait fin et noir. Une partie de ce vert est un peu ombrée par la présence d'une foule de petites lignes noires très-déliées et très-voisines. Au vert succède deux bandes d'un beau blanc précédées par des raies obscures. De nouvelles raies se retrouvent dans le violet. — Dans l'*acide carbonique*, la lumière est d'un *blanc verdâtre*. Le spectre paraît divisé en cinq portions par six bandes brillantes inégalement larges. La première bande est aux limites du rouge, la sixième dans le violet. Les deux premiers intervalles sont parcourus par des lignes sombres ; ils sont rouges et d'un jaune orangé sale. Le troisième et le quatrième intervalle sont verdâtres et divisés par des traits noirs. Au delà de la sixième bande, dans le violet, il y a encore un espace plus sombre où l'on remarque trois lignes violettes, dont la

dernière fixe la limite extérieure du spectre. Il est à remarquer que la première bande lumineuse, d'un rouge vif au premier moment, perd beaucoup de son éclat lorsque le courant a passé pendant quelque temps.

Deux tubes pouvant être mis en communication ont été remplis l'un d'hydrogène, l'autre d'acide carbonique. On observait d'abord le spectre de l'acide carbonique ; mais dès que la communication fut établie, on vit se produire la raie rouge et brillante de l'hydrogène. Bientôt la lumière fut identique dans les deux tubes. Des observations précises montrent que, lorsque deux gaz sont simplement mélangés, le spectre auquel ils donnent lieu est le résultat de la superposition des deux spectres caractéristiques de chacun d'eux.

Si l'on introduit de l'ammoniaque dans un tube, le spectre est immédiatement celui qui résulte de la superposition de l'azote et de l'hydrogène. Ainsi l'ammoniaque est immédiatement décomposée par le courant électrique.

Il était important de connaître les caractères de l'oxygène. Malheureusement il se présente ici de grandes difficultés parce que ce corps oxyde promptement les électrodes et s'emploie bientôt pour former un oxyde de platine que l'on recueille sur les parois du tube [1]. On a pu observer dans ce spectre deux raies brillantes, mais étroites ; l'une à la limite du violet, l'autre dans l'orangé. Le rouge s'étend un peu plus que le spectre de l'hydrogène. Pendant que le courant passe l'oxygène disparaît petit à petit, et la lumière s'évanouit peu à peu puisque l'espace tend à devenir absolument vide. Les observations ont montré que, dans cette disposition, ce sont les rayons les *moins réfrangibles* (rouge, etc.) qui s'évanouissent les premiers ; mais M. Plücker pense que ce point de détail doit être étudié à nouveau avec de grandes précautions. Il est à remarquer ici qu'on a une nouvelle preuve de la non-conductibilité, du vide absolu. L'auteur fait observer que, si le vide absolu donnait lieu à un courant lumineux et à un spectre, ce spectre devrait être superposé à tous ceux qui distinguent chaque gaz. Il devrait donc y avoir entre ces derniers quelque chose de commun, et ses expériences ne donnent rien de pareil.

Lorsqu'on cherche le spectre de l'*oxyde d'azote*, on ne peut l'obtenir. On voit celui de l'azote modifié par la superposition du spectre de l'oxygène. Il y a donc eu décomposition de l'oxyde d'azote. Bientôt, l'oxygène est absorbé par les électrodes, et l'on ne voit plus que le spectre de l'a-

[1] Lorsque le tube renferme un gaz non oxydant (H, Az), il se dépose sur ses parois une poussière de platine purement métallique.

zote seul. Les mêmes essais répétés avec d'autres combinaisons oxygénées de l'azote ont toujours indiqué une décomposition.

Des expériences particulières furent faites avec la *vapeur d'eau*, et il y eut, à n'en pas douter, une décomposition ; car après quelques essais, on avait le spectre de l'hydrogène parfaitement pur et isolé.

Après ces détails, il doit paraître assez probable que l'acide carbonique donne un spectre qui est le résultat d'une superposition. Toutefois ce gaz n'a pu se séparer complétement en oxygène et carbone, car alors on aurait vu les caractères de l'oxygène. Les expériences ont montré que l'oxyde de carbone donne un spectre qui est précisément celui auquel arrive, au bout de peu d'instants et par quelques modifications, le spectre de l'acide carbonique. Ce dernier gaz se décompose donc en oxygène et oxyde de carbone. — L'oxyde de carbone, à son tour, éprouve aussi, à la longue, une décomposition ; le carbone ne se retrouve guère, l'oxygène sert à oxyder les électrodes, et l'intérieur du tube se rapproche d'un vide parfait.

Les nombreuses analogies chimiques de l'iode, du brôme et du chlore se retrouvent dans ces phénomènes ; mais l'auteur compte reprendre tout ce qui concerne ces corps-là. Pendant le passage du courant, ils se combinent avec le platine de l'électrode négatif et ne donnent que des spectres assez éphémères. Celui du chlore dura assez pour qu'on pût l'apercevoir ; mais trop peu pour qu'il fût possible d'en faire une étude exacte. Ce que les spectres de ces trois substances ont de caractéristique, ce sont des lignes lumineuses d'abord calmes, puis plus tard intermittentes (anfänglich ruhig, spæter blos durchblitzend), qui ne sont pas plus larges que les raies de Fraunhofer. Pour l'iode, ces lignes se trouvent surtout intenses dans le vert.

Les points essentiels du mémoire de M. Plücker peuvent se résumer ainsi :

I. Certains gaz (oxygène, chlore, brôme et iode en vapeurs) se combinent plus ou moins rapidement avec le platine de l'électrode négatif, et les composés binaires qui se forment se déposent sur la paroi des tubes. On s'approche ainsi, lorsque les gaz sont purs, d'un espace absolument vide.

II. Certains gaz binaires (vapeur d'eau, ammoniaque, protoxyde d'azote et bioxyde d'azote) se décomposent immédiatement en leurs éléments, qui demeurent alors sans modification lorsqu'ils ne se combinent pas avec le platine. Si l'un des éléments est l'oxygène, il y a oxydation de l'électrode.

III. Si le gaz est formé d'un corps solide et d'oxygène, la décomposition se produit lentement. L'oxygène se combine avec le platine. L'a-

cide carbonique se décompose premièrement en oxyde de carbone et en oxygène. L'oxyde de carbone se réduit lentement à son tour. L. D.

CHIMIE.

5. — DESPRETZ; EXPÉRIENCES SUR QUELQUES MÉTAUX ET SUR QUELQUES GAZ. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences,* séance du 15 novembre 1858.)

La plupart des chimistes qui se sont occupés des questions de philosophie chimique, ont remarqué que nous n'avons aucune démonstration absolue de la simplicité des corps que la chimie a considérés jusqu'ici comme des éléments; cette observation justifie les tentatives faites par divers savants pour mettre en évidence les relations simples qui peuvent exister entre leurs atomes, relations qui pourraient résulter de certains rapports dans leur constitution, si l'on suppose que ces prétendus éléments sont réellement encore des corps composés.

M. Despretz a présenté à l'Académie des sciences les résultats d'un travail étendu, par lequel il pense avoir démontré que l'hypothèse que nous venons de rappeler ne peut être soutenue, au moins pour les corps sur lesquels ont porté ses expériences, et que ce sont donc bien réellement des corps simples. Il pense de plus que l'on peut, par analogie, étendre cette conclusion aux autres corps simples de la chimie actuelle.

Les recherches de M. Despretz ont porté sur le cuivre, le plomb, le zinc, le cadmium, le platine, le fer, l'oxygène et l'azote. Nous ne rapporterons pas en détail ses expériences, nous nous bornerons à en indiquer le principe.

Des sels de cuivre et de plomb ont été décomposés graduellement par le courant de la pile. Le métal déposé, examiné à plusieurs reprises depuis le commencement jusqu'à la fin de cette décomposition, et soumis aux traitements les plus variés, a montré constamment une identité absolue.

Ces mêmes sels, traités par le carbonate de soude, par précipitations successives, ont donné, du commencement à la fin, des précipités identiques. Il en a été de même quand une dissolution de sulfate de cuivre a été précipitée, par portions successives, par l'hydrogène sulfuré ou par le zinc.

Le zinc et le cadmium, soumis à la distillation en recueillant successivement les divers produits, se sont montrés également formés chacun d'une seule espèce de matière, depuis le commencement jusqu'à la fin de la distillation ; tandis que la même opération, exécutée sur un mélange de ces deux métaux, en effectue très-bien la séparation.

L'oxygène et l'azote, traversés pendant plus de cinq heures par la lumière et le courant d'un puissant appareil d'induction, n'ont subi aucun changement de volume.

Le plomb fondu, traversé par le courant d'une pile énergique, reste homogène dans toute son étendue.

Le platine et le fer, portés au rouge presque blanc dans le vide barométrique par un puissant appareil d'induction, ne laissent dégager aucune trace de gaz.

Les expériences de M. Despretz nous paraissent autoriser les deux affirmations suivantes :

Le cuivre, le plomb, le zinc, le cadmium, préparés par les méthodes que la chimie actuelle enseigne pour purifier ces corps, sont bien des corps purs, homogènes, et non des mélanges hétérogènes de divers principes plus ou moins analogues.

Si M. Despretz avait soumis à ses recherches quelques-uns des corps simples les moins connus de la chimie, il aurait pu espérer d'arriver à des conséquences plus intéressantes. C'est par l'application de semblables méthodes que Mosander a découvert que l'on avait confondu, sous le nom de cérium, un mélange de trois métaux distincts, et que l'yttria était aussi un mélange complexe de trois terres. C'est ainsi que M. H. Rose a reconnu que le tantale contenait deux métaux différents. Il ne serait point impossible que quelques-uns des corps simples les moins bien connus de la chimie actuelle ne fussent également reconnus pour des mélanges. Mais il nous semble impossible qu'aucun chimiste conservât quelque doute semblable pour des métaux aussi connus que le cuivre, le plomb, le zinc et le cadmium, les trois premiers surtout. Ces corps, en effet, sont soumis journellement, dans les laboratoires ou dans l'industrie, à des traitements semblables à ceux que M. Despretz leur a fait subir, et il était bien peu probable qu'aucun chimiste ne se fût encore douté de leur hétérogénéité, tandis qu'elle eût dû se manifester à tous dans mille circonstances.

Une seconde conséquence peut être tirée des expériences de M. Despretz, et elle ne nous semble pas étendre beaucoup plus que la première le cercle de nos connaissances. C'est que, si les corps qu'il a soumis à ces recherches ne sont pas des corps simples, ce sont des composés indestructibles sous l'influence du courant électrique et de la chaleur, dans les limites d'intensité auxquelles il a pu porter ces agents, et indécomposables par les réactifs chimiques qu'il a fait servir à ses précipitations successives.

Il nous est impossible de comprendre comment on irait au delà de cette

conclusion. Le zinc, métal volatil, forme avec l'oxygène, gaz permanent, un composé non volatil et indécomposable par la chaleur, et la chimie nous fournit un grand nombre d'exemples analogues. Si donc le fer et le platine ne dégagent de gaz à aucune température, cela ne prouve point qu'ils ne puissent être des corps composés, même composés d'éléments gazeux ; et on pourrait encore le soutenir quand même on serait parvenu à décomposer par la chaleur toutes les combinaisons connues.

Quant à l'identité des produits obtenus par la précipitation successive des sels de plomb ou de cuivre par des réactifs chimiques, par le carbonate de soude par exemple, qui ne voit que, si ce fait prouvait que ces métaux sont bien réellement simples, il prouverait aussi avec la même rigueur que les oxydes de plomb et de cuivre sont eux-mêmes des corps simples.

Enfin l'identité des produits successifs obtenus par la précipitation électro-chimique du plomb ou du cuivre, ne prouve également qu'une chose, c'est que ces métaux ne sont pas décomposés par le courant de la pile. Des expériences analogues, faites sur un sel d'alumine, donneraient lieu à une succession de précipités d'alumine absolument identiques entre eux, ce qui ne permettrait point de conclure que cette terre est un corps simple, mais seulement qu'elle est indécomposable par le courant de la pile, dans les conditions sous lesquelles l'expérience aurait eu lieu.

Au reste, si nous critiquons ainsi les conclusions que M. Despretz a cru pouvoir tirer de ses expériences, c'est peut-être uniquement parce que nous nous sommes mépris sur le sens qu'il leur attribue et sur le but qu'il s'est proposé.

Si M. Despretz a voulu seulement combattre des idées, qui ne sembleraient plus devoir appartenir à notre époque, mais qui paraissent cependant exister encore dans quelques cerveaux, si l'on en juge par le titre de mémoires que l'on voit quelquefois présenter à l'Académie des sciences, sur la transmutation des métaux, et sur la décomposition possible des corps simples par les seuls procédés de la chimie actuelle, ces expériences nous paraissent parfaitement concluantes, bien que peut-être superflues ; nous admettons entièrement ses raisonnements et nous retirons toutes nos observations critiques.

Nous maintenons au contraire celles-ci, s'il a eu la prétention de réfuter une hypothèse, toute théorique et spéculative, sur la nature intime des éléments chimiques.

Nous sommes convaincus, avec M. Despretz, que la transmutation des corps, si elle était possible, se serait déjà produite et manifestée dans les opérations si multipliées des laboratoires et de l'industrie. Nous admettons

complétement les arguments qu'il présente à la fin de son mémoire, pour prouver, par une comparaison générale des propriétés des corps simples et des corps composés, que les métaux et les corps non métalliques sont dans un état moléculaire du même ordre, différent de celui des corps composés. Nous croyons donc avec lui que les éléments de la chimie actuelle sont bien les véritables éléments chimiques des corps, que ce sont donc bien réellement des corps chimiquement simples.

Mais tout cela ne prouve nullement que leurs atomes, simples au point de vue de la chimie, ne puissent être eux-mêmes des groupes de molécules plus petites encore, réunies par l'action d'une force inconnue, distincte de l'affinité chimique, et qui ne pourrait être mise en jeu que par l'intervention d'un agent que nous n'avons jamais entrevu jusqu'ici, et qu'il ne nous sera peut-être jamais donné de saisir.

C'est ainsi que nous avons toujours compris l'hypothèse émise par des savants illustres sur la nature composée des corps simples de la chimie. Si c'est bien là le sens dans lequel elle doit être entendue, on voit que sa réfutation reste en dehors des méthodes expérimentales de la chimie et de la physique actuelles, et que la démonstration de sa réalité demeure subordonnée à la découverte de cet agent encore inconnu et peut-être tout à fait imaginaire.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

6.—CH. MATTEUCCI ; COURS D'ÉLECTRO-PHYSIOLOGIE PROFESSÉ A L'UNIVERSITÉ DE PISE EN 1856. (Un vol. in-8; Paris, 1858, chez Mallet-Bachelier.)

Nous signalons avec plaisir cette édition française du cours d'électro-physiologie de M. Matteucci. Elle remplit une lacune dans la bibliothèque physiologique de langue française, car elle nous résume non-seulement les recherches si importantes de M. Matteucci, recherches en général fort mutilées dans les traités de physiologie, mais encore les observations et expériences capitales de M. Du Bois-Reymond. On doit se réjouir de la largeur avec laquelle M. Matteucci rend à M. Du Bois ce qui lui est dû, et de la franchise avec laquelle il revient sur les appréciations peut-être un peu trop promptes qu'il avait faites naguère de certains travaux de ce savant.

L'ouvrage est divisé en cinq leçons, dont la première a pour objet l'étude de l'action physiologique du courant électrique. L'auteur y réunit,

sous forme de propositions, les seuls résultats bien établis que la science possède aujourd'hui. Il décrit dans cette leçon, avec les détails nécessaires les expériences par lesquelles il croit être amené à démontrer cette importante proposition : « Lorsqu'on fait contracter un gastrocnémien d'une grenouille en irritant ce muscle ou le nerf qui s'y distribue, au moyen d'un courant très-faible et réduit à une certaine limite d'intensité, on trouve, en faisant passer le courant par un autre gastrocnémien ou par un autre nerf semblable placé à côté du premier, sans que l'intensité du courant principal augmente, que la contraction obtenue dans le premier muscle, qui est mesurée par la hauteur à laquelle un muscle soulève un poids donné, est la moitié de celle que l'on obtient dans le premier cas[1]. » L'expérience réussit naturellement tout aussi bien avec des demi-grenouilles qu'avec des gastrocnémiens.

La seconde leçon comprend l'étude des phénomènes électro-physiologiques des poissons électriques. M. Matteucci y expose ses expériences sur la torpille après les avoir répétées et vérifiées avec le plus grand soin. Il donne un résumé de nos connaissances histologiques des organes électriques, résumé dans lequel à la vérité il n'est point question des *plaques* électriques ; mais il ne faut pas oublier qu'à l'époque où ces leçons furent professées les recherches de MM. Bilharz, Du Bois-Reymond, Kupffer et Keferstein sur ces plaques étaient encore à faire. M. Matteucci pense que les faits connus sont suffisants pour qu'on puisse fonder la théorie de la fonction des poissons électriques sur le principe suivant : « L'irritation d'un nerf transmise dans le sens de sa ramification, parvenue aux dernières limites de cette ramification, et par conséquent dans la cellule élémentaire de l'organe électrique, polarise électriquement cette cellule, et, par un effet analogue à celui de l'action électro-magnétique, développe transversalement à sa direction, et sur les deux faces de chaque diaphragme, des états électriques contraires. » En se basant sur une certaine analogie entre les piles voltaïques et les organes électriques de certains poissons, on pourrait se demander si l'on doit considérer les prismes, tels qu'ils sont réunis ensemble dans l'organe, comme autant de piles mises en contact et agissant par surface ; dans ce cas la théorie de la pile enseignerait que l'action réunie des prismes ne devrait pas augmenter l'intensité de la décharge. Toutefois l'auteur montre par des expériences délicates fficiles, que la décharge de la torpille, tant dans ses effets physiologiques que dans son action électro-magnétique, augmente jusqu'à une

[1] Voyez *Archives*, 4e série, tome XXXIII, page 285.

certaine limite avec l'étendue des électrodes. M. Matteucci ne voit pas de difficulté à admettre que l'augmentation de la décharge en proportion des surfaces de l'organe qui sont touchées, est un effet de la somme croissante des décharges simultanées, bien qu'indépendantes, des divers prismes.

La troisième leçon, qui traite de l'électricité animale, est consacrée presque entièrement à l'étude de la force électromotrice des muscles vivants et des lois de cette force. Le sujet est traité et divisé sous forme de propositions ; on y trouve un grand nombre de nouvelles expériences et des considérations sur les propriétés de l'électromoteur musculaire. Les lois générales si remarquables qui résultent des beaux travaux de M. Du Bois-Reymond y sont aussi exposées avec beaucoup de clarté L'auteur y conclut que, selon toutes les analogies, la source de l'électricité animale repose sur les actes chimiques de la nutrition.

La quatrième leçon a pour objet le développement de l'électricité animale pendant l'acte de la contraction (*variation négative du courant primitif* de M. Du Bois-Reymond) et la description des particularités les plus importantes du phénomène de la *contraction induite*. M. Matteucci rend compte de ses dernières expériences, qui lui semblent démontrer que la modification électrique que présente le muscle pendant la contraction, consiste dans une véritable décharge électrique ayant lieu dans le muscle suivant une direction opposée à celle du courant primitif. On sait que M. Du Bois-Reymond explique la déviation négative qu'on observe dans l'aiguille du galvanomètre pendant la contraction par une diminution du pouvoir électromoteur du muscle, diminution qui permettrait au courant dû aux polarités secondaires développées sur les lames de platine de l'appareil de prédominer sur le courant musculaire et de faire dévier l'aiguille dans le sens opposé. Toutefois M. Matteucci montre qu'on obtient la déviation de l'aiguille dans le sens négatif, même lorsqu'on emploie un appareil dans lequel il n'est pas possible d'admettre le développement de polarités secondaires. Dans ce but il se sert depuis longtemps d'une disposition analogue à celle qu'a imaginée plus récemment en France M. Jules Regnault : les lames métalliques doivent être de zinc, parfaitement amalgamées, c'est-à-dire plongées d'abord dans une solution concentrée d'acide sulfurique, ensuite dans du mercure pur, et enfin lavées à grande eau ; ces deux lames plongent dans une solution neutre et saturée de sulfate de zinc, et sont fixées dans deux verres avec les bandes de papier imbibées du même liquide. M. Matteucci conclut qu'il n'y a pas seulement, au moment de la contraction, diminution du courant primitif comme le veut M. Du Bois, mais encore

décharge électrique en sens opposé. Toutefois les opinions de ces deux savants ne diffèrent peut-être point autant qu'on pourrait le croire au premier abord. M. Du Bois-Reymond ne s'est, en effet, point expliqué sur la nature essentielle de cette diminution; et, dans son idée même, la déviation observée pourrait en définitive n'exprimer que le résultat différentiel de la lutte de deux courants opposés.

Enfin, dans la cinquième et dernière leçon, l'auteur expose ses expériences sur la respiration musculaire et sur l'exaltation de ce phénomène durant la contraction ; il montre les analogies qui existent entre l'électricité et la force nerveuse, il fait voir que les actions chimiques de la vie sont accompagnées, comme celles qui se produisent dans la nature anorganique, de développement d'électricité, de chaleur et de mouvement. Quelle que soit en effet l'hypothèse par laquelle on tente d'expliquer la manière d'agir de l'électricité sur les nerfs, il n'est pas moins vrai que le travail musculaire de la contraction doit représenter une action chimique ou la consommation d'une quantité équivalente de *travail interne*, et s'il est sûr que la force qui excite un nerf doit être très-petite en comparaison de celle qui se développe dans le sein du muscle par cette excitation[1], on est nécessairement amené à admettre qu'une action chimique doit avoir lieu dans le muscle lorsqu'il entre en contraction, et que cette action représente le travail musculaire. Cette action chimique nous la trouvons dans la *respiration musculaire*. M. Matteucci expose d'une manière fort intéressante cette application du principe de l'équivalent mécanique de la chaleur à l'étude de l'activité animale, de l'animal-machine, *animal-engine*, comme disent les Anglais. Lorsqu'on réfléchit sur les actions chimiques qui ont lieu incessamment dans toutes les parties d'un animal vivant, qui peut être regardé en même temps comme un foyer de chaleur, une pile voltaïque et une machine locomotive, on peut, en effet, présumer que la théorie dynamique de la chaleur pourrait être appliquée avec succès à la machine animale. Aussi M. Matteucci s'est-il proposé de chercher quel est, dans l'animal considéré comme machine, le rapport entre le travail théorique et le travail qui est effectivement produit. Comme il y a dans le corps beaucoup d'efforts musculaires opposés qui s'entre-dé-

[1] M. Matteucci a montré par ses expériences que la quantité de zinc qui, sous forme de courant, suffit pour exciter le nerf et pour produire une certaine quantité de travail musculaire, est au moins 27,000 fois plus petite que celle qui devrait être employée suivant les principes de la théorie dynamique de la chaleur pour obtenir le même travail dans une machine parfaite.

truisent, il a fallu, pour avoir la mesure du travail mécanique d'une contraction, employer un seul muscle isolé. M. Matteucci expérimente avec un gastrocnémien de grenouille auquel est suspendu un poids de 10 gram. Il aurait été préférable d'employer un poids plus petit ou même de n'en employer aucun, mais alors les effets de la contraction deviennent irréguliers, ce qui n'a plus lieu avec le poids de 10 grammes attaché au muscle, ou même avec des poids plus forts. L'auteur a dû adopter comme quantité de travail mécanique d'une contraction d'un gastrocnémien qui pesait $5^{gr},320$, et auquel on avait attaché le poids de 10 grammes, et qui s'est élevé de $1^{mm},412$ le nombre 0,00001457 kilogrammètres. En admettant que ce muscle se contracte 3 fois par seconde, la quantité totale de travail musculaire de dix gastrocnémiens pendant dix minutes serait représentée par 0,2622 kilogrammètres. M. Matteucci cherche ensuite à connaître la quantité d'oxygène consumée par des gastrocnémiens en contraction pendant dix minutes pour en déduire ce qu'il appelle le *travail théorique*. Par une série de considérations il est amené à admettre que ce travail théorique est égal à 0,2980 kilogrammètres, nombre peu différent de celui qui a été trouvé pour le travail effectivement produit.

Nous ne pouvons nous dissimuler combien ces calculs laissent encore à désirer, et il nous semblerait bien prématuré de leur accorder une trop grande importance. Cependant c'est là un premier pas vers une voie qui promet de devenir productive dans l'avenir. M. Matteucci est le premier à remarquer qu'il n'a pas tenu compte de la chaleur développée dans la contraction.

L'auteur termine en montrant qu'on peut prouver expérimentalement qu'il y a vraiment de la chaleur développée dans la contraction, indépendamment de la plus grande activité de la circulation du sang dans le muscle contracté. Nous renvoyons à l'ouvrage pour le détail de cette expérience.

---

7. — CH. MATTEUCCI ; SULLE VARIAZIONI DELLA CORRENTE, etc. SUR LES VARIATIONS DU COURANT MUSCULAIRE DANS L'ACTE DE LA CONTRACTION. (*Nuovo Cimento*, 1858.)

Dans cette note M. Matteucci donne de nouvelles raisons en faveur de l'existence d'une décharge électrique en sens inverse du courant musculaire primitif, décharge qui aurait lieu dans le muscle au moment de la contraction.

M. Du Bois-Reymond (car c'est à tort que M. Matteucci indique

MM. Valentin et Schiff comme les inventeurs de cette expérience, les savants de Berne n'ont fait que la répéter après M. Du Bois) a imaginé de tétaniser le muscle, et de ne fermer le circuit dans lequel se trouve placé le galvanomètre que lorsque le tétanos est déclaré, afin d'éviter ainsi l'irruption dans le circuit des polarisations secondaires des électrodes. La déviation que l'on observe alors de l'aiguille du multiplicateur a lieu dans le sens positif (celui du courant musculaire); seulement elle est moins intense que lorsqu'on tétanise le muscle seulement après la fermeture du circuit.

M. Matteucci, qui, de même que plus tard M. Regnault, s'est assuré qu'on obtient toujours une déviation de l'aiguille dans la partie *négative* du cadran lorsqu'on fait contracter le muscle *après* la fermeture du circuit dans un appareil où le développement de polarités secondaires n'est pas possible, a dû chercher une explication nouvelle à l'expérience remarquable de M. Du Bois-Reymond. Il remarque que lorsqu'on tétanise pendant quelque temps le muscle déjà placé dans le circuit on voit l'aiguille du galvanomètre chassée d'abord vivement dans la partie négative du cadran, revenir peu à peu au zéro à mesure que les contractions perdent de leur intensité, puis progresser de plus en plus dans la partie positive du cadran, c'est-à-dire dans le sens du courant musculaire primitif. Dans l'expérience de M. Du Bois, à laquelle nous avons fait allusion, les contractions les plus énergiques, sous l'influence desquelles la direction du courant résultant se trouve renversée, ont lieu selon Matteucci avant que le circuit du galvanomètre soit fermé, et pour peu que l'expérience se prolonge les contractions sont déjà si affaiblies au moment de la fermeture du circuit que la déviation observée a lieu dans le sens du courant musculaire.

M. Matteucci ajoute que cette interprétation est si vraie qu'il suffit de répéter l'expérience en fermant le circuit du galvanomètre *immédiatement* après le commencement des contractions pour voir l'aiguille indiquer d'abord une petite déviation dans le sens négatif, puis revenir bientôt au zéro, le dépasser et dévier dans le sens du courant musculaire. La déviation dans le sens négatif est toujours d'autant plus intense que la fermeture a eu lieu plus rapidement après le commencement de la tétanisation[1].

[1] Nous avons montré plus haut (p. 94) que l'opinion de M. Du Bois n'est peut-être pas essentiellement différente de celle de M. Matteucci.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE DÉCEMBRE 1858.

Le 20, couronne lunaire à plusieurs reprises dans la soirée.

22, à 8 h. du soir couronne lunaire; à 8 h. 30 m. halo lunaire.

23, faible halo solaire à 11 h. 30 m.

Le 5, le 28 et le 30 il est tombé de la pluie mélangée de neige et de grésil, mais la neige n'a pas pris pied.

Depuis le 7 jusqu'au 19 le ciel a été couvert sans interruption par une couche de nuages très-bas, mais ne descendant cependant pas jusqu'au fond de la vallée ou au niveau du lac, de telle façon que même pour l'Observatoire, à 32 mètres au-dessus du lac, ils ne constituaient pas de brouillard proprement dit. La limite inférieure de cette couche de nuages était au commencement de cette période à 100 ou 120 mètres au-dessus du niveau du lac, et elle s'est graduellement abaissée jusqu'à une hauteur de 40 ou 50 mètres seulement.

Température du Rhône.

1re décade,	+ 7°,82
2me »	+ 6°,66
3me »	+ 6°,67
Mois	+ 7°,06

Maximum, le 1er, + 8°,7. Minimum, le 18, + 6°,4.

Genève. — Décembre 1858.

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. du m.	Midi.	4 h. du soir	8 h. du soir	TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m.	Midi.	4 h. d. s.	8 h. d. s.	Minim	Maxim	FRACTION DE SATURATION. 8 h. m	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	EAU dans les 24 h	VENT dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Limnimètre
	millim	millim.	millim	millim.											mm			pouces
1	720,60	721,21	722,55	724,11	+ 5,2	+ 8,0	+ 7,1	+ 6,1	+ 4,8	+11,9	0,95	0,52	0,57	0,67	0,8	N. 1	0,81	30,7
2	724,95	724,33	723,87	725,46	+ 3,6	+ 7,3	+ 7,0	+ 4,4	+ 2,7	+ 7,7	0,88	0,65	0,61	0,72	»	N. 1	0,59	30,3
3	729,47	729,57	729,61	730,47	+ 0,2	+ 5,8	+ 7,6	+ 6,3	- 0,3	+ 8,2	0,95	0,76	0,70	0,80	»	NNE. 1	0,38	30,5
4	729,48	728,57	728,07	728,40	+ 3,4	+ 3,6	+ 3,7	+ 3,4	+ 2,9	+ 5,7	0,80	0,75	0,84	0,74	»	NNE. 2	0,90	31,5
5	728,48	729,13	728,92	728,30	- 2,2	+ 0,5	+ 1,1	+ 1,1	- 2,3	+ 3,3	1,00	0,90	0,93	0,95	1,2	variab.	0,89	30,5
6	724,80	724,12	723,94	724,87	+ 0,7	+ 3,7	+ 3,3	+ 2,8	+ 0,1	+ 3,9	0,99	0,81	0,79	0,81	2,7	NNE. 2	1,00	30,2
7	726,86	727,35	728,05	729,13	+ 1,8	+ 3,8	+ 3,4	+ 0,7	+ 0,1	+ 4,2	0,91	0,72	0,80	0,94	»	variab.	0,92	30,0
8	731,61	731,47	731,17	731,18	+ 0,6	+ 2,6	+ 2,6	+ 2,1	+ 0,4	+ 3,0	0,86	0,75	0,73	0,77	»	NNE 1	1,00	30,3
9	730,41	730,09	729,49	729,67	+ 0,2	+ 0,6	+ 0,4	+ 0,1	- 0,2	+ 1,6	0,78	0,75	0,76	0,79	»	NNE. 1	1,00	29,4
10	730,49	730,45	730,59	731,40	- 1,0	+ 0,6	+ 0,7	+ 0,4	- 1,3	+ 1,0	0,88	0,86	0,89	0,93	»	variab.	1,00	29,2
11	731,77	731,87	731,69	732,37	- 1,1	+ 0,4	+ 0,5	+ 0,2	- 1,3	+ 0,8	0,95	0,83	0,88	0,93	»	NNE 1	1,00	29,4
12	731,40	730,55	729,63	729,61	- 1,1	- 0,5	- 0,6	- 0,9	- 1,2	+ 0,3	0,95	0,91	0,91	0,91	»	E. 1	1,00	29,3
13	727,91	727,09	726,31	726,55	- 2,7	- 1,5	- 1,3	- 1,7	- 3,0	- 1,0	0,99	0,96	0,96	0,98	»	variab.	1,00	29,2
14	727,40	727,45	727,40	727,95	- 2,4	- 1,0	- 0,9	- 1,0	- 3,1	- 0,5	0,99	0,92	0,91	0,92	»	variab.	1,00	28,3
15	728,45	728,60	729,11	729,95	- 1,4	- 0,5	- 0,5	- 1,3	- 2,0	0,0	0,94	0,91	0,88	0,88	»	variab.	1,00	28,5
16	732,63	733,23	733,23	733,73	- 1,6	- 1,0	- 0,6	- 1,2	- 2,0	- 0,5	0,87	0,88	0,88	0,90	»	NE. 1	1,00	28,7
17	733,43	732,65	731,59	731,71	- 2,0	- 1,5	- 1,4	- 1,7	- 1,2	- 2,4	0,90	0,91	0,89	0,90	»	N. 1	1,00	28,5
18	730,76	729,53	729,16	729,26	- 3,2	- 1,6	- 1,2	- 2,0	- 1,0	- 3,6	0,98	0,93	0,94	0,94	»	E. 1	1,00	28,0
19	728,03	727,61	725,99	725,45	- 1,0	+ 1,4	+ 6,4	+ 5,6	- 1,9	+ 7,3	0,93	0,76	0,74	0,83	6,0	SSE. 1	1,00	26,0
20	722,09	722,47	722,44	723,95	+ 6,1	+ 6,4	+ 4,0	+ 3,7	+ 2,4	+ 7,1	0,78	0,70	0,95	0,88	7,9	SSO. 2	0,93	28,0
21	729,26	730,28	730,42	730,98	+ 1,4	+ 5,0	+ 5,3	+ 3,8	+ 0,3	+ 7,1	0,93	0,87	0,94	0,89	»	SSO. 1	0,88	28,0
22	730,86	730,36	730,91	731,94	+ 3,8	+ 5,0	+ 6,4	+ 4,5	+ 1,0	+ 6,9	0,74	0,84	0,94	0,96	4 2	variab.	0,88	28,8
23	729,31	727,88	725,37	724,31	- 0,4	+ 3,6	+ 4,2	+ 3,8	- 0,7	+ 7,9	0,98	0,90	0,89	0,78	»	SSO. 1	0,81	28,5
24	722,51	721,74	721,28	721,84	+ 6,7	+12,6	+11,0	+11,7	+ 6,5	+12,9	0,66	0,50	0,66	0,55	»	SSO. 2	0,97	28,9
25	728,95	728,37	727,04	726,27	+ 2,5	+ 7,4	+ 5,1	+ 1,2	- 0,4	+11,0	0,96	0,77	0,76	0,93	10,7	SSO. 1	0,57	28,2
26	726,00	726,00	724,33	721,66	+ 4,1	+ 5,7	+ 5,8	+ 4,4	+ 0,3	+ 7,1	0,79	0,71	0,66	0,98	4,6	SSO. 3	0,88	28,8
27	720,68	719,16	713,45	715,39	+ 7,8	+ 6,2	+ 7,2	+ 7,8	+ 3,9	+ 8,7	0,62	0,74	0,75	0,77	18,4	SSO. 2	1,00	29,5
28	720,01	720,90	721,76	722,26	+ 2,5	+ 3,6	+ 1,6	+ 3,0	+ 1,3	+ 5,5	0,82	0,71	0,88	0,74	2,1	SSO. 2	0,97	31,5
29	721,19	721,66	722,31	724,67	+ 1,0	+ 5,0	+ 2,8	+ 2,0	+ 0,5	+ 6,0	0,94	0,76	0,80	0,88	»	SO. 1	0,88	31,5
30	730,23	730,93	731,17	731,63	+ 0,6	+ 2,0	+ 2,5	+ 0,9	+ 0,1	+ 3,5	0,96	0,89	0,84	0,88	2,3	variab.	0,92	31,9
31	731,09	730,43	729,01	730,02	- 2,0	+ 1,4	+ 1,8	+ 0,4	- 2,5	+ 2,0	0,92	0,70	0,66	0,92	»	N. 2	0,42	31,9

Moyennes du mois de Décembre 1858.

Baromètre.

	6h. m.	8h. m.	10h. m.	Midi.	2h. s.	4h. s.	6h. s.	8h. s.	10h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	727,45	727,71	728,06	727,63	727,41	727,63	727,95	728,30	728,42
2e »	729,22	729,39	729,82	729,10	728,67	728,65	728,81	729,05	729,03
3e »	726,14	726,37	726,73	726,16	725,37	725,19	725,13	725,54	725,67
Mois...	727,56	727,78	728,16	727,58	727,09	727,09	727,23	727,56	727,64

Température.

	6h. m.	8h. m.	10h. m.	Midi.	2h. s.	4h. s.	6h. s.	8h. s.	10h. s.
1re décade,	+ 1°,46	+ 1°,25	+ 2°,79	+ 3°,65	+ 3°,87	+ 3°,69	+ 3°,19	+ 2°,74	+ 2°,22
2e »	- 1,04	- 1,04	- 0,71	+ 0,06	+ 0,14	+ 0,44	+ 0,06	- 0,03	- 0,30
3e »	+ 2,50	+ 2,55	+ 3,56	+ 5,23	+ 5,48	+ 4,88	+ 4,15	+ 3,95	+ 4,03
Mois...	+ 1,02	+ 0,97	+ 1,93	+ 3,05	+ 3,24	+ 3,07	+ 2,52	+ 2,28	+ 2,05

Tension de la vapeur.

	6h. m.	8h. m.	10h. m.	Midi.	2h. s.	4h. s.	6h. s.	8h. s.	10h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	4,60	4,56	4,54	4,41	4,42	4,50	4,49	4,53	4,54
2e »	3,98	3,97	4,05	4,02	4,23	4,27	4,12	4,22	4,17
3e »	4,72	4,62	4,81	5,04	5,19	5,22	5,27	5,10	5,06
Mois....	4,44	4,39	4,47	4,51	4.63	4,68	4,65	4,63	4,60

Fraction de saturation.

	6h. m.	8h. m.	10h. m.	Midi.	2h. s.	4h. s.	6h. s.	8h. s.	10h. s.
1re décade,	0,89	0,90	0,81	0,73	0,74	0,76	0,78	0,81	0,84
2e »	0,93	0 93	0,92	0,87	0,90	0,89	0,89	0,91	0,92
3e »	0,86	0 85	0,82	0,76	0,77	0,80	0,84	0,84	0,83
Mois . .	0,90	0,89	0,85	0 79	0,80	0,82	0,84	0,85	0,86

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		mm	p
1re décade,	+ 0,69	+ 5,05	0,85	4,7	30,3
2e »	- 1,43	+ 0,75	0,99	13,9	28,4
3e »	+ 0,94	+ 7,15	0,83	42.3	29,8
Mois....	+ 0,09	+ 4,41	0,89	60,9	29,5

Dans ce mois, l'air a été calme 1 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 1,05 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 30°,6, E. et son intensité est égale à 11 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE DÉCEMBRE 1858.

Hauteur de la neige tombée pendant le mois de Décembre: 1290mm, répartie comme suit:

le 5	70mm
le 6	210
le 7	100
le 19	240
le 20	40
le 22	90
le 25	100
le 26	45
le 27	160
le 28	215
le 29	20

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°.				TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES.						HYGROMÈTRE.				EAU dans les 24 h.	VENT dominant.	Clarté moy. du ciel.
	8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	Minim.	Maxim.	8h.m.	Midi.	4 h.s.	8h.s.			
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm		
1	556,25	556,74	557,26	558,30	- 8,2	- 7,2	- 8,7	-10,3	-10,4	- 5,0					»	NE. 2	0,96
2	559,32	559,00	559,15	559,79	- 9,7	- 8,8	- 8,8	- 9,2	-11,0	- 7,9					»	NE. 1	0,22
3	563,10	564,09	564,19	564,59	- 8,1	- 6,3	- 8,2	- 8,3	-10,2	- 5,1					»	NE. 1	0,09
4	561,87	561,65	561,57	561,80	-11,8	-11,5	- 8,9	- 7,8	-12,8	- 7,0					»	NE. 1	0,11
5	561,70	561,43	561,27	560,72	- 8,2	- 9,0	-10,7	-10,0	-10,2	- 5,2					5,9	NE. 2	0,80
6	558,56	559,04	559,64	560,09	-10,3	- 5,6	- 7,0	- 7,0	-10,9	- 5,2					15,0	SO. 2	1,00
7	560,56	560,87	561,80	562,79	- 6,0	- 4,3	- 7,8	- 9,3	- 9,7	- 4,1					7,2	SO. 1	0,98
8	564,30	565,01	564,68	565,10	-12,0	- 5,1	- 6,0	- 9,3	-14,0	- 3,6					»	SO. 1	0,19
9	564,25	564,19	563,59	563,87	-10,5	- 8,5	-10,0	-10,0	-11,3	- 6,4					»	SO. 1	0,00
10	563,88	564,65	564,75	565,22	- 8,5	- 5,7	- 6,5	- 6,0	-11,5	- 5,3					»	SO. 1	0,33
11	565,66	566,09	566,09	566,19	- 6,4	- 5,2	- 5,7	- 7,4	- 7,8	- 4,3					»	SO. 1	0,24
12	565,20	564,96	564,11	564,05	- 6,0	- 5,0	- 6,3	- 6,9	- 8,3	- 3,0					»	SO. 1	0,00
13	562,65	562,21	561,71	561,96	- 7,8	- 5,3	- 5,7	- 7,3	- 8,3	- 3,8					»	NE. 1	0,00
14	561,73	561,76	561,89	561,97	- 6,7	- 6,7	- 8,0	- 8,2	- 8,5	- 5,6					»	NE. 1	0,00
15	561,69	562,10	562,49	562,95	- 8,5	- 7,3	- 7,5	- 8,7	-10,0	- 5,4					»	SO. 1	0,06
16	564,78	565,71	566,19	566,51	- 8,0	- 5,8	- 6,2	- 7,2	- 9,5	- 5,1					»	NE. 1	0,00
17	567,14	566,97	566,51	566,25	- 7,9	- 6,3	- 6,7	- 6,2	- 9,0	- 5,3					»	SO. 1	0,00
18	564,66	564,23	563,63	563,22	- 6,7	- 6,2	- 5,6	- 6,3	- 8,5	- 2,5					»	SO. 1	0,19
19	564,09	563,78	563,10	562,11	- 8,9	- 3,6	- 4,5	- 5,2	-12,7	- 3,0					18,8	SO. 2	0,88
20	557,79	556,77	556,46	557,03	- 7,4	- 7,3	- 9,3	-10,6	-11,0	- 4,5					3,2	NE. 2	1,00
21	562,13	563,38	564,36	565,16	-11,2	- 8,7	- 7,5	- 7,6	-15,4	- 4,2					»	NE. 2	0,70
22	566,60	566,36	566,28	566,59	- 1,0	+ 0,4	- 3,0	- 4,7	- 8,7	+ 2,5					8,8	NE. 1	0,64
23	566,20	566,01	565,34	564,52	- 4,3	- 1,5	- 5,3	- 7,0	- 8,5	- 1,3					»	SO. 1	0,68
24	562,42	562,75	561,79	562,00	- 7,6	- 7,5	- 8,0	-10,0	-10,3	- 6,3					»	SO. 2	0,48
25	561,95	562,18	562,12	561,83	- 8,4	- 8,7	-10,5	- 9,5	-10,7	- 6,8					7,9	NE. 1	0,33
26	559,51	560,14	559,11	558,74	- 9,3	- 8,2	- 8,2	- 7,0	-10,7	- 5,0					3,0	NE. 1	1,00
27	555,41	555,27	552,15	550,43	- 7,0	- 8,2	- 5,5	- 4,9	- 8,6	- 3,5					13,8	NE. 2	1,00
28	552,25	553,90	554,80	554,90	-12,5	-12,0	-12,3	-12,8	-13,0	-11,4					19,2	NE. 2	1,00
29	554,48	555,24	555,98	557,29	-13,6	-10,2	-13,2	-13,1	-15,8	- 9,2					1,5	NE. 2	0,84
30	560,70	561,93	561,97	562,39	-13,8	-13,8	-16,0	-16,0	-18,0	-12,3					»	NE. 1	0,44
31	561,24	560,66	560,29	560,72	-15,4	-14,6	-14,9	-17,4	-17,8	-13,3					»	NE. 1	0,00

Moyennes du mois de Décembre 1858.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h s
	mm	mm	mm	mm	mm	m	mm	mm	mm
1re décade,	561,18	561,38	561,75	561,67	561,48	561 79	562,02	562,23	562,39
2e »	563,42	563,54	563,73	563,46	563,12	563,22	563,20	563,22	563,32
3e »	559,84	560,27	560,98	560,71	560,35	560,38	560,35	560,42	560,48
Mois...	561,43	561,68	562,12	561,91	561,61	561,75	561,81	561,91	562,01

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h s
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade,	− 9,11	− 9,33	− 8,44	− 7,20	− 7.23	− 8,26	− 8,67	− 8,72	− 8 51
2e »	− 7,56	− 7,43	− 6.90	− 5,87	− 5,27	− 6,55	− 7,39	− 7.40	− 7.62
3e »	− 9,44	− 9,46	− 8.71	− 8,46	− 8,56	− 9,49	− 9,56	−10,00	− 9,88
Mois...	− 8,73	− 8,76	− 8,04	− 7,22	− 7,07	− 8,15	− 8,58	− 8,75	− 8,71

Hygromètre.

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.
	°	°		mm
1re décade,	−11,20	− 5,48	0,47	28,1
2e »	− 9,36	− 4,25	0,24	22.0
3e »	−12,50	− 6,44	0,65	54,2
Mois...	−11,71	− 5,42	0,46	104,3

Dans ce mois, l'air a été calme 5 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 2,15 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. et son intensité est égale à 49 sur 100.

NOTE SUR LA VISION BINOCULAIRE

PAR

M. ALEXANDRE-P. PREVOST.

Dans trois numéros successifs des *Archives* [1], M. É. Claparède discute divers travaux récents sur la théorie de la vision binoculaire. Bien au fait lui-même de ce qui a été écrit sur ce sujet, il se livre à une critique sérieuse de ces travaux ; il fait ressortir le peu de peine que prennent souvent les auteurs pour s'informer de ce qui est déjà acquis à la science, et il expose avec clarté les erreurs dans lesquelles ils sont tombés ; il réfute en particulier avec beaucoup de soin les théories de M. G. Meissner qui commençaient, à ce qu'il paraît, à jouir d'une certaine faveur auprès des physiologistes allemands.

Laissant de côté les points sur lesquels M. Claparède a rendu service à la science en en rappelant les véritables principes, nous croyons devoir présenter quelques observations sur un des sujets dont il s'occupe, celui des points correspondants sur les deux rétines. Le lieu géométrique des points vus simples dans la vision binoculaire attire particulièrement son attention; nous avons vu avec plaisir que, dans son second article, il reconnaît que ce lieu est bien celui que nous avons décrit en 1842, lieu qui se compose d'une *circonférence de cercle* passant par le point de mire et par les centres des yeux, et d'une *perpendiculaire* élevée par le point de mire sur le plan des axes optiques. Nous devons toutefois rappeler que cet énoncé n'est pas général, et qu'il ne s'applique qu'au cas où le point de mire est à égale distance des deux yeux. Pour être correct, il faut

[1] Voyez *Archives*, octobre, novembre et décembre 1858.

décrire le lieu comme composé d'une *circonférence de cercle* passant par le point de mire et par les centres des yeux, et d'une *perpendiculaire* au plan des axes optiques passant par le point où cette circonférence rencontre une perpendiculaire élevée sur le milieu de la droite qui unit les centres des yeux[1].

M. Claparède a cru devoir faire une exception dans ses conclusions pour le cas du parallélisme des axes optiques dans lequel il admet un lieu différent pour les points vus simples. Or, dans ce cas, les rayons visuels partant de points correspondants ne se rencontrent jamais, en sorte qu'il n'y a pas mathématiquement de points dans l'espace qui puissent affecter des points correspondants sur les deux rétines. Mais pour peu que les axes optiques ne soient pas parallèles, le lieu des points vus simples est bien celui que nous avons indiqué, et ce lieu est exact quelque près que soient les axes optiques d'être parallèles ; il est exact lorsque les axes sont infiniment près de l'être, ce qui suffit pour prouver qu'on ne peut pas admettre un lieu tout différent lorsqu'on passe ainsi insensiblement au parallélisme, ou en d'autres termes lorsque le lieu mathématique est à l'infini.

Dans son troisième article, sans rien changer aux conclusions auxquelles conduit l'analyse mathématique sur le lieu géométrique des points vus simples, M. Claparède présente des expériences nouvelles, dont il déduit la conséquence qu'il existe

[1] Voyez *Bibl. Univ.*, novembre 1843, page 161. On suppose que les yeux sont dans une position normale et qu'il n'y a pas eu de mouvement de rotation. Quand l'un des yeux exécuterait un mouvement de rotation autour de son axe pendant que l'autre resterait immobile, le lieu des points vus simples se réduirait à un point. — Le professeur Prevost a le premier décrit la circonférence du cercle sur laquelle se trouvent les points vus simples dans le plan des axes optiques (*Essais de philosophie.* Genève, 1805). M. J. Burckhardt paraît être arrivé au même résultat que nous en 1854. Nous n'avons pas l'avantage de connaître son travail, en sorte que nous ne savons pas s'il a étudié le cas général ou s'il s'est arrêté à celui où le point de mire se trouve à égale distance des deux yeux.

dans l'espace des points vus simples autres que ceux qui affectent des points correspondants. C'est pour répondre à ces nouvelles conclusions que nous prenons la plume.

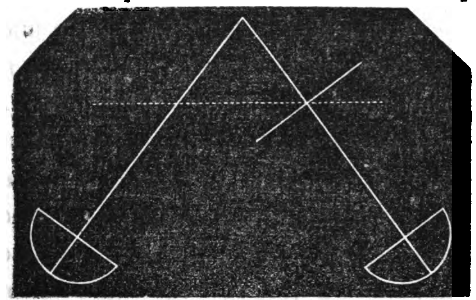
C'est à la page 364 [1] que M. Claparède décrit l'expérience sur laquelle il se base. Un fil de soie placé dans le plan des axes optiques en deçà du point de mire, et parallèlement à la droite qui unit les centres des yeux, donne une apparence simple. Cependant si l'on fait un nœud sur le fil, ce nœud paraît double, à moins qu'il ne coïncide avec un des points de la circonférence de cercle des points vus simples. Jusqu'ici il n'y a rien qui ne soit conforme à la théorie ; si le fil paraît simple, ce n'est pas que chacun de ses points affecte des points correspondants sur les deux rétines, mais c'est que toutes les parties du fil sont semblables entre elles et que des portions correspondantes sur les deux rétines sont affectées, par conséquent, par des objets semblables, ce qui donne lieu à la perception d'un seul objet. C'est d'ailleurs ce que montre le doublement du nœud. Mais à la page suivante, 365, M. Claparède ajoute que le résultat de l'expérience est le même lorsqu'on tient le fil au-dessus ou au-dessous du plan des axes optiques, tout en maintenant la position parallèle à la droite qui unit les centres des yeux. C'est ici que nous ne sommes plus d'accord.

Faites une petite tache d'encre à la hauteur des yeux sur une vitre de croisée, et prenez-la pour point de mire en vous en rapprochant le plus possible sans perdre la vision distincte. Tenez maintenant un fil de soie horizontalement, au-dessus du plan des axes optiques et parallèlement à la vitre. Si vous ne remuez pas les yeux, vous distinguerez deux images du fil se croisant au milieu ; l'image qui descend en allant de la droite à la gauche appartient à l'œil droit, et celle qui descend en allant de la gauche à la droite appartient à l'œil gauche. Nous n'avons pour nous-mêmes aucun doute sur le résultat de l'expérience, qui rentre ainsi parfaitement dans le cadre de la théo-

[1] Voyez *Archives*, décembre 1858.

rie. Lorsqu'au lieu d'élever le fils on l'abaisse au-dessous du plan des axes optiques, on aperçoit aussi deux images qui se croisent, mais alors celle qui appartient à l'œil droit monte en allant de droite à gauche, et celle qui appartient à l'œil gauche monte en allant de gauche à droite. Si l'on place d'abord le fil au-dessous du plan des axes optiques, puis qu'on l'élève peu à peu de manière à le faire arriver au-dessus, on voit les deux images, qui d'abord se croisent, tendre à se rapprocher, se réunir en une seule, puis se croiser de nouveau lorsque le fil arrive au-dessus du plan.

Si, comme l'affirme M. Claparède, une droite parallèle à la droite qui unit les centres des yeux, et placée en dehors du plan des axes optiques, était vue simple, non-seulement la théorie des points correspondants se trouverait ébranlée, mais il serait difficile de concilier le fait avec les lois ordinaires de la perspective. En effet, lorsque l'on étudie la manière dont l'un des yeux pris à part voit la droite en question, située au-dessus du plan de l'horizon, on remarque que la droite, n'étant pas dans un plan perpendiculaire à l'axe optique (axe de perspective), les points de la droite situés derrière un plan perpendiculaire doivent être perspectivement plus rapprochés de la ligne de l'horizon que ceux situés en avant du plan (voyez la figure).



La droite est donc inclinée en perspective; l'extrémité la plus rapprochée de l'œil doit paraître plus élevée au-dessus de l'horizon que l'extrémité la plus éloignée. L'œil droit pris à part doit donc, selon les lois de la perspective, voir la droite en question inclinée et descendant de la droite à la gauche en s'éloignant, tandis que l'œil gauche doit voir la droite descendant de la gauche à la droite. Lorsqu'on re-

garde des deux yeux à la fois, on doit avoir les mêmes apparences, et si l'on ne croit voir qu'une seule droite horizontale, ce ne peut être qu'en conséquence d'un phénomène quasi stéréoscopique, par suite duquel l'esprit redresse les impressions et conçoit la perception, non de ce que l'observateur voit réellement, mais de l'objet même qu'il sait devoir donner lieu à ces apparences.

Quand le point de mire est un peu éloigné de l'observateur, la direction du fil de soie s'écarte assez peu d'un plan perpendiculaire à l'un ou l'autre des axes optiques, pour que l'écart devienne insensible, et il est alors presque impossible de distinguer les deux images. Il faut, pour arriver à un résultat concluant, que le point de mire soit aussi rapproché que possible.

M. Claparède cherche à expliquer le résultat de son expérience, résultat sur lequel nous ne sommes pas d'accord, en ayant recours à la théorie des rayons directeurs (loi de projection de Reid). Nous ne voulons pas nier l'avantage que peut offrir l'idée de ces rayons directeurs, mais il nous semble qu'elle découle de la théorie générale de la vision, et que dès qu'elle paraît conduire à un résultat opposé à cette théorie, c'est à la théorie même qu'il faut remonter pour résoudre la difficulté. Prenant d'abord le cas de la vision avec un œil seul, l'observateur perçoit les impressions faites sur la rétine et les transporte à l'extérieur, comme c'est le cas pour chacun des cinq sens. La *direction* dans laquelle il voit un point affecté sur la rétine dépend uniquement de la position que ce point occupe relativement aux autres points de la rétine. Dans le cas de la vision binoculaire, l'observateur est impressionné comme si les deux rétines étaient symétriquement superposées, points correspondants sur points correspondants, et placés de manière à former une rétine unique au milieu du front ou à la base du nez. La position où l'on voit les points dans l'espace dépend alors de la position relative des points affectés sur les

rétines idéalement combinées. Supposons que la rétine gauche, par exemple, ne se trouve affectée qu'en un point par un seul point lumineux, l'esprit placera cette impression dans le champ visuel donné par l'œil droit comme si le point correspondant sur la rétine droite avait été affecté, et la position apparente du point lumineux vu de l'œil gauche ne dépendra que de la position du point correspondant sur la rétine droite. Si le point de la rétine droite correspondant à celui qui est affecté sur la rétine gauche est, par exemple, précisément au-dessous du point de la rétine droite qu'affecte le même point lumineux, l'observateur verra nécessairement deux images du point lumineux, l'une au-dessus de l'autre. De même si les images de deux points différents de l'espace tombent sur des points correspondants, l'observateur verra ces deux points de l'espace au même endroit, dans la même direction.

Notre but, dans cette note, est simplement de montrer que la théorie des points correspondants n'est pas ébranlée. Nous ne sommes pas d'accord avec M. Claparède sur le résultat de l'expérience sur laquelle il se base pour prouver qu'il y a dans l'espace des points vus simples autres que ceux qui affectent des points correspondants, et déjà dans notre Essai nous avions décrit des expériences contraires à sa conclusion [1]. Nous ne pouvons pas non plus admettre qu'il existe deux espèces d'horoptres. L'horoptre est le lieu des points vus simples dans la vision binoculaire ; celui qui est basé sur la théorie des points correspondants cédera la place à un horoptre plus général, si l'on prouve qu'il existe sur les deux rétines d'autres points que les points correspondants qui donnent lieu à une sensation unique. La description de l'horoptre fournit donc une arme d'attaque à ceux qui voudraient ébranler la théorie des points correspondants, puisque, pour la renverser, il suffit de montrer qu'un point situé hors de l'horoptre, c'est-à-dire hors de la

[1] Essai sur la théorie de la vision binoculaire, § 9. *Bibl. Univ.*, novembre 1843, page 163.

circonférence et de la droite, peut être vu simple. Jusqu'ici l'on n'en a pas trouvé, et nous croyons qu'il faut donc encore admettre que l'horoptre, tel que nous l'avons décrit, et qui est le lieu des points de l'espace affectant des points correspondants, représente bien l'ensemble des points de l'espace vus simples.

Du reste, dans l'acte habituel de la vision, on ne se sert guère que des centres des rétines. C'est sur la sensation fournie par ces centres que se porte l'attention; les autres portions des rétines ne paraissent guère servir qu'à attirer l'attention sur les objets qui s'y peignent, mais dès que l'attention est attirée, les yeux s'y dirigent, en d'autres termes les muscles des yeux font converger les axes optiques sur ces objets. C'est en fixant successivement et rapidement les différents points de l'espace que l'on se rend compte de ce que l'on a devant soi, et non pas en restant avec les yeux immobiles à étudier les images formées sur les rétines.

On est d'abord surpris de ce que l'horoptre ne soit pas une surface, et de ce qu'il ne se compose que de deux lignes. Mais loin de s'étonner du petit nombre des points vus simples dans l'espace, n'y a-t-il pas, au contraire, lieu de se demander à quoi il peut servir que d'autres points de l'espace que ceux qui affectent les centres des rétines soient vus simples, puisque dans l'acte habituel de la vision, c'est toujours avec les centres des rétines que l'on regarde? La curieuse correspondance que l'on observe sur les deux rétines n'a probablement pas pour but d'obtenir la vision simple comme on le suppose généralement; il suffit pour cela des centres seuls. Nous avons quelquefois pensé qu'elle sert à fournir sur les deux rétines des points de repère, par le moyen desquels l'observateur réussit dans les mouvements, pour ainsi dire, instantanés de ses yeux à diriger avec certitude ses axes optiques sur l'objet qui attire son attention.

REMARQUE SUR LA NOTE PRÉCÉDENTE

PAR

ÉDOUARD CLAPARÈDE

Je m'empresse de déclarer que je me suis convaincu de la parfaite exactitude des résultats auxquels M. Alex. Prevost est arrivé dans l'expérience ci-dessus. La divergence entre mes conclusions et les siennes provenait simplement, comme M. Prevost le donne du reste à entendre, de ce que je choisissais un point de mire trop éloigné. En effet, dans ce cas, les deux images croisées sont éloignées l'une de l'autre d'une quantité moindre que le rayon des cercles de dispersion engendrés par chaque point du fil sur la rétine, et l'observateur n'a, par suite, conscience que d'une seule image. L'horoptre reste donc bien restreint aux deux lignes déterminées par M. Prevost, et, plus tard, par M. Burckhardt, et la théorie des rayons directeurs, bien que généralement accréditée en physiologie, se trouve contredite par les faits.

Le résultat de mes recherches sur la forme de l'horoptre, aura du moins eu le résultat de démontrer l'inanité des données horoptériques de M. Meissner qui, dans les traités de physiologie les plus récents, ont détrôné sans raison l'horoptre réel. M. Burckhardt m'a adressé à ce sujet une lettre dans laquelle il se range aux objections que j'ai présentées à la démonstration de M. Meissner, objections familières dès longtemps à M. Burckhardt, bien que non publiées par lui. M. Burckhardt suppose, dans cette même lettre, que la prétendue surface horoptérique dont je fais mention dans le numéro de décembre des *Archives*, n'est que le lieu géométrique des images doubles verticales, ce qui est en effet le cas, comme on a pu le voir par ce qui précède.

SUR LE NÉOCOMIEN DANS LE JURA

ET

SON ROLE DANS LA SÉRIE STRATIGRAPHIQUE

Par JULES MARCOU.

(Suite et fin[1].)

ÉTAGE NÉOCOMIEN.

Le premier étage du terrain crétacé, le seul dont j'ai à m'occuper dans cette notice, est l'étage néocomien, dont l'épaisseur moyenne, pour la partie du Jura que je considère, est de 420 pieds. La place que le néocomien occupe dans la série stratigraphique, et par conséquent sa véritable découverte, est due à Auguste de Montmollin. Son beau nom de *néocomien* lui a été donné par Jules Thurmann, et ses premiers et principaux fossiles ont été décrits par Louis Agassiz. En combinant les diverses coupes de cette formation, dans les cantons de Neuchâtel et de Vaud, et dans les départements du Jura, du Doubs et de la Haute-Saône, voici les divisions qui me paraissent les plus naturelles, et que je propose pour le groupement des strates de cette région primitive, et type de l'étage inférieur du terrain crétacé. Mais avant d'aller plus loin, je remarquerai, que la classification que je vais exposer n'est qu'une *simple proposition* que je soumets à l'appréciation des géologues. Avec cette réserve, je continue.

Le néocomien se divise en trois grands groupes (voir la figure 3), savoir le néocomien inférieur ou *groupe de Sainte-Croix*, le néocomien moyen ou *groupe du château* (de la ville de Neuchâtel), et le néocomien supérieur ou *groupe de Noirvaux*.

[1] Voyez *Archives*, numéro de janvier 1859, page 42.

Néocomien inférieur ou groupe de Sainte-Croix.

J'ai désigné le néocomien inférieur sous le nom de *groupe de Sainte-Croix*, parce qu'il offre un très-beau développement aux environs de cette localité, devenue célèbre dans ces dernières années par suite des belles recherches géologiques et paléontologiques du docteur Campiche. Ce groupe se divise assez naturellement en trois sous-groupes, faciles à reconnaître partout où le néocomien inférieur existe. Car il est à remarquer que ce groupe est rudimentaire ou manque complétement dans les régions basses du département du Doubs et de la Haute-Saône, et qu'on ne le voit apparaître dans tout son développement et avec ses caractères habituels qu'à partir de Morteau, la Ville-du-Pont et Censeau. Ces divisions du groupe de Sainte-Croix sont, d'abord à la base, les *Marnes de Villars-le-Lac*, puis viennent les *roches d'Auberson* et le tout se termine par la *Limonite de Métabief*.

MARNES DE VILLARS. — Immédiatement sur les assises dolomitiques du calcaire de Salins on trouve en discordance de stratification un massif marneux de 20 pieds d'épaisseur. Ces marnes sont grumeleuses, dures, d'un gris foncé, devenant verdâtres à la partie supérieure ; quelques couches minces d'un calcaire marno-compact, de couleur grise, alternent vers la partie supérieure avec les marnes. On y trouve, surtout dans la partie inférieure, des veines charbonneuses, noires. Lory est le premier qui ait recueilli des fossiles dans cette division ; c'est à Charix, près de Nantua, où il fit cette précieuse découverte, pendant l'année 1848. Soumis au savant et illustre M. Deshayes, ces premiers fossiles furent reconnus pour appartenir à des genres d'eau douce, tels que *Planorbis*, *Physa*, *Paludina*, *Cyclas* et *Anodonta*. N'ayant jamais étudié l'Angleterre, et n'en connaissant la géologie que par les traductions françaises des *Traités élémentaires de géologie* de Lyell, de la

Bèche, Buckland, etc., il est naturel que Lory ait pensé avoir trouvé dans ce massif de marnes, le *Wealden* d'Angleterre, et qu'il l'ait désigné sous le nom de *groupe* ou *étage wealdien*; suivant la méthode, fort usitée en France, de donner une terminaison française à tous les noms de strates de l'Angleterre. Depuis cette découverte de Lory, on a trouvé des fossiles d'eau douce dans plusieurs autres localités, et notamment aux environs de Morteau, où M. Chopard en a recueilli une collection qu'il a soumis à la réunion de la Société helvétique des sciences naturelles à la Chaux-de-Fonds, en 1855. Le capitaine Sautier en a trouvé de beaux échantillons dans la vallée des Rousses; non loin de là, le professeur Etallon les cite à Cinquétral, près de Saint-Claude; le docteur Germain les a rencontrés à Jougne; enfin, M. Jaccard vient d'en faire une collection assez considérable au village de Villars-le-Lac, près des Brenets. Jusqu'à présent il n'y a eu que deux de ces fossiles de décrits, savoir le *Planorbis Loryi* Coq., et le *Physa wealdiana* Coq. (voir *Description de quelques espèces nouvelles de coquilles fossiles, découvertes dans la chaîne du Jura*, par M. H. Coquand, dans les *Mémoires de la Soc. d'Em. du départ. du Doubs*, vol. VII, p. 47, Besançon, 1856). Coquand, en les décrivant, appuie principalement sur ce que, selon lui, ce serait la première fois que les genres *Planorbis* et *Physa* aient été signalés au-dessous du terrain tertiaire. Evidemment, le savant professeur de Besançon n'a pas eu connaissance des nombreux travaux publiés en Angleterre sur le *wealden formation*; car Martin, Webster, Fitton, Mantell, etc., ont, depuis plus de trente années, cités des fossiles appartenant à ces genres dans les strates de Purbeck. La collection de fossiles faite par M. Jaccard à Villars-le-Lac, a été soumise à Renevier, qui, dans une *Note sur les fossiles d'eau douce inférieurs au terrain crétacé dans le Jura* (voir *Bull. de la Soc. vaudoise des sciences natur.*, avril 1857), dit que ces débris organiques présentent un mélange de formes terrestres (tor-

tues), d'eau douce (Physe, Planorbe, Lymnées, etc.), saumâtres (Corbules), et enfin marines (Gastéropodes indéterminés, poissons) ; au nombre d'une vingtaine d'espèces, en y comprenant une graine de *Chara*. De plus, Renevier a identifié deux de ces fossiles de Villars; l'un avec la *Physa Bristovii* Forbes, qui se trouve dans le Purbeck moyen de Swanage, au-dessous du fameux *Cinder-bed* avec *Hemicidaris Purbeckensis*; et l'autre avec la *Corbula alata* Sow., qui est une espèce caractéristique de l'Hastings sands de Pouncefort, près de Burwash, dans le comté de Sussex, en Angleterre. J'accepte volontiers l'expression de *Marnes de Villars*, que Renevier donne à ce massif marneux ; Villars-le-Lac étant la localité type, par suite du grand nombre de fossiles qu'on y rencontre. Seulement, je ferai remarquer que, dans cette *Note sur les fossiles de Villars,* Renevier ne fait pas mention des *Planorbis Loryi* et *Physa wealdiana* de Coquand, ni des autres localités du haut Jura, où l'on a trouvé des fossiles dans cette division, et que tout ce qui a été publié là-dessus par Lory, Sautier, Coquand et Etallon paraît lui avoir échappé. C'est ce qui explique la phrase suivante de son travail. « M. Lory, dit-il, avait déjà cru reconnaître des fossiles d'eau douce, qui lui firent rapporter cette assise aux terrains d'eau douce de l'époque wealdienne. Mais comme l'état de conservation de ces fossiles avait été indiqué fort mauvais, et que cette soi-disant découverte était restée un fait isolé, on avait tout lieu de douter de la justesse de leur détermination, et la nature nymphéenne de ces couches était restée jusqu'à présent plus ou moins problématique. » Or, d'après ce qui précède, M. Renevier aura pu voir : 1° que la nature nymphéenne de ces couches n'était pas problématique, mais bien certaine ; 2° que la justesse des déterminations des fossiles ne peut être mise en doute, puisque c'est Deshayes lui-même qui les a reconnus ; 3° que le fait n'était pas resté isolé ; et enfin 4° que Lory, en trouvant des fossiles d'eau douce dans cette division, n'a pas

seulement fait une *soi-disant* découverte, mais bien *une belle et bonne découverte*, comme on en a fait rarement d'aussi importante dans le Jura.

Dans un nombre de localités assez limitées, on rencontre dans les marnes de Villars des lentilles de gypse avec accompagnements de dolomies cloisonnées et de marnes bigarrées. Ces localités sont surtout aux environs de Morteau, à Renaud-du-Mont, à la Ville-du-Pont, à la Brévine, à la Rivière et à Foncine. Ayant donné, dans mes *Recherches géologiques sur le Jura salinois*, une description assez détaillée de la carrière de gypse de la Rivière; je ne m'arrêterai pas plus longtemps ici sur ce *facies* exceptionnel des marnes de Villars. Seulement, j'ajouterai quelques mots sur la forme que semblent prendre les strates de cette division, lorsqu'on sort du Jura pour entrer dans les Alpes françaises. Lory, qui a tant fait pour débrouiller et faire connaître cette partie inférieure du néocomien, a décrit dans le massif des montagnes de la Chartreuse et aux environs de Grenoble même (voir *Esquisse d'une carte géologique du Dauphiné* dans le *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2me série, vol. XV, p. 32, Paris, 1857), une puissante série de strates, composée de *Marnes et de calcaires marneux grisâtres*, contenant une faune marine, dont les leitmuscheln sont : *Belemnites latus* Bl., *Ammonites semisulcatus* d'Orb., *A. Tethys* d'Orb., *A. neocomiensis* d'Orb., etc. Comme cette division n° 1 de l'étage néocomien inférieur du Dauphiné se trouve placée au-dessous des *Calcaires de Fontanils*, calcaires dont l'équivalence avec les roches d'Auberson et la limonite de Métabief, est mis hors de doute par les études de Lory et d'Albin Gras, il est presque certain que Lory a trouvé, dans son n° 1 du néocomien dauphinois, l'équivalent et le représentant marin des marnes de Villars.

ROCHES D'AUBERSON. — En concordance de stratification sur les marnes de Villars se trouve un massif calcaire d'une

grande puissance, et dont les assises ont quelques ressemblances lithologiques avec les calcaires jurassiques. Cette série de strates est composée principalement d'assises de calcaires compactes, de couleur gris clair et même blanc, oolitiques vers la base de la division, très-épais, car les couches ont souvent jusqu'à six pieds et même plus. A différents niveaux, variables suivant les localités, mais généralement concentrés vers le milieu et à la base, on trouve diverses couches marneuses ayant depuis un demi-pied jusqu'à 15 pieds d'épaisseur, de couleur bleue tirant sur le noirâtre, quelquefois cependant grises et même blanches, surtout à la base de la division. Ces marnes, rarement argileuses, sont le plus souvent très-dures, grossières et remplies de rognons marno-calcaires. La puissance moyenne des roches d'Auberson est de 80 pieds. Les fossiles sont très-rares dans les couches calcaires, et dans les couches marneuses ils ne sont jamais très-abondants, à l'exception du *Toxaster Campichei*, et d'une petite *Terebratula* du groupe des *biplicata acuta* de de Buch. Les leitmuscheln que l'on peut citer pour les roches d'Auberson sont : *Strombus Sautieri* Coq., *Sigaretus Pidanceti* Coq., *Natica Sautieri* Coq., *Goniopygus decoratus*, et surtout le *Toxaster Campichei*; on peut même l'appeler la *zone du Tox. Campichei*. Enfin, la petite *Terebratula*, de forme *biplicata*, qui s'y trouve en si grande abondance, en sera aussi une des leitmuscheln, lorsqu'elle aura été déterminée et décrite par M. Pictet, car jusqu'à présent, on l'a identifiée avec trois ou quatre espèces dont elle me paraît différer.

J'ai pris le val d'Auberson, près de Sainte-Croix, pour le type de cette division. Ayant eu le plaisir de visiter cette vallée avec le docteur Campiche, j'ai reconnu avec lui le beau développement de ces assises immédiatement derrière le col des Etroits, en entrant dans le val d'Auberson, soit en suivant la route de France, ou bien celle du val de Travers. Dans son travail en collaboration du professeur Pictet-de la Rive, le doc-

teur Campiche nomme les roches de cette division : nº 1 *Marnes blanches*, et nº 2 *Calcaires blancs* du *Néocomien inférieur* (voir *Description des foss. du ter. crétacé des environs de Sainte-Croix*, p. 18). Lory les désigne sous le nom de *Calcaires infra-néocomiens* (voir *Mémoire sur les terr. crétacés du Jura*, p. 19). Enfin, Sautier en a composé entièrement son *sous-étage inférieur du néocomien* (voir *Notice sur les dép. néoc. et weald. aux environs des Roussès*, p. 33).

LIMONITE DE METABIEF. — Calcaires plus ou moins ferrugineux, de couleur rouge-brun et même jaunâtre, quelquefois à cassure bleue. Epaisseur moyenne : quarante pieds.

SYNONYMIE.

Environs de Censeau. — 1º *Marnes bleues sans fossiles* ; 2º *Limonite*, et 3º *Calcaire jaune*. Marcou.
Environs de Sainte-Croix. — 3º *Calcaires ferrugineux en dalles brisées*, et 4º *Calcaires ferrugineux de la zone du Pygurus rostratus*. Campiche.
Environs des Rousses. — 6º *Calcaires roux et Marnes jaunâtres, alternant*. Sautier.
Jura en général. — *Calcaires roux du néocomien inférieur*. Lory.
Environs de Saint-Claude. — *g. Calcaires rougeâtres*, et *h. Calcaires jaunes chargés de fer hydroxydé*. Etallon.

Dans le val de Mièges, on trouve à la base de cette division des marnes bleues ; mais il paraît, d'après les observations de Lory, que cette couche marneuse n'est pas constante, et qu'elle ne se retrouve pas dans la plupart des vallées néocomiennes du Jura. Ayant donné une description assez détaillée des roches composant la limonite de Métabief, dans mes *Recherches sur le Jura salinois*, je n'en dirai pas davantage ici, voulant surtout faire ressortir les caractères de sa faune.

Les trois localités principales pour les fossiles de cette division sont Métabief, Sainte-Croix et Boucherans. Métabief me paraît être la plus riche des trois, quoique les environs de Sainte-Croix, et surtout le grand remblai sur la route de

France, aient fourni aux recherches du docteur Campiche une mine presque inépuisable de fossiles de tous genres. Ce qui est remarquable à Métabief, en dehors de l'abondance des fossiles, est leur conservation; le test y ayant pris une teinte de bleu turquoise du plus bel effet. Le premier fossile de la limonite de Métabief qui ait été décrit est le *Pygurus rostratus* Agass., trouvé à Métabief même, en 1838, par Auguste de Montmollin (voir *Echinodermes fossiles de la Suisse*, p. 71, Neuchâtel, 1839). Le second est l'*Ammonites Gevrilianus* d'Orb. publié dans la *Paléontologie française*, p. 139, en 1840. D'Orbigny, qui avait reçu ce fossile de M. Gevril, de Besançon, dit qu'il n'a vu nulle part de forme analogue dans toute la formation crétacée, et il en conclut que la couche qui renferme cette ammonite n'a encore été trouvée qu'aux environs de Pontarlier. L'échantillon de M. Gevril lui avait été donné par le docteur Germain, qui l'avait recueilli à Métabief, dans la roche en place. Je tiens à rectifier ce détail, à cause des recherches minutieuses du docteur Germain, qui, en réalité, a été le premier qui ait recueilli d'une manière systématique les fossiles de cette faune à Métabief et à Boucherans.

Le docteur Campiche est, après le docteur Germain, celui qui a fait la collection de fossiles la plus considérable; avec une patience bien digne d'éloges, il est parvenu à rassembler la faune, on peut dire à peu près complète, de cette division. M. le prof. Pictet a entrepris la description des échantillons de Campiche, et lorsque sa publication des *Fossiles du terrain crétacé de Sainte-Croix*, dont trois livraisons ont déjà paru, sera achevée, on aura là une véritable faune nouvelle, qui contribuera beaucoup à compléter nos connaissances paléontologiques sur le néocomien du Jura. Voici la liste des espèces connues jusqu'à présent : *Chelonia valanginiensis* Pict., *Trachyaspis Santæ-Crucis* Pict., *Polyptychodon, Crocodile*, *Plesiosaurus neocomiensis* Camp., *Pycnodus cylindricus* Pict., *Asteracantus granulosus* Egert., *Ammonites Gevrilianus* d'Orb., *Am. Marcousianus*

d'Orb., *Nerinea Marcousana* d'Orb., *Pholadomya Scheuchzeri* Agass., *Pygurus rostratus* Agass., *Hemicidaris patella* Agass., *Acrocidaris depressa* Gras., *Salenia stellulata* Agass., *Catopygus Renaudi* Agass.

Néocomien moyen ou groupe du château (de Neuchâtel).

Le néocomien moyen ou groupe du château, a une distribution géographique beaucoup plus étendue que les deux autres groupes, non-seulement dans le Jura, mais même dans les régions avoisinantes. Il est du reste plus facile à reconnaître, et, dès le premier abord, ses marnes et ses fossiles ont des caractères d'une constance et d'une spécialité tellement exclusives, qu'il n'est guère possible de se tromper lorsqu'on le rencontre. Dans la Haute-Saône et dans les parties basses du département du Doubs, j'ai dit précédemment que le groupe de Sainte-Croix ou néocomien inférieur n'y existe qu'à l'état rudimentaire lorsqu'on parvient à le découvrir, ce qui est assez rare, tandis que le néocomien moyen y est bien développé, quoique cependant il n'y atteint pas une puissance aussi considérable que dans le haut Jura. J'ai désigné cette partie moyenne de l'étage néocomien sous le nom de *groupe du château*, à cause du beau développement qu'il présente aux pieds même du château de Neuchâtel, et tout autour de ce monument célèbre qui résume l'histoire des temps passés et présents du pays de Neuchâtel. Il est d'ailleurs digne de remarque que l'auteur de la découverte du néocomien ait été renfermé comme prisonnier politique dans l'enceinte même de ce château, dont les fondations sont placées sur les marnes bleues fossilifères, contenant l'*Ostrea Couloni*, le *Pygurus Montmollini*, etc., et que ces célèbres *calcaires jaunes* que de Montmollin a tiré pour ainsi dire du chaos géologique, en les plaçant à la lumière vivifiante de la géologie de Werner, de Smith, de Brongniart et de Cuvier, se sont dressés devant lui sous la forme peu attrayante de murailles et de voûtes

d'un cachot, lors de la révolution royaliste qui a éclaté dans cette ville en septembre 1856. Quel anachronisme! que de Montmollin prisonnier dans le *Calcaire jaune* et sur les couches mêmes qui renferment, en abondance, les *Pycnodus* de Coulon, les ammonites de Léopold de Buch et de Carteron, le Ptérocère de Moreau, la Rostellaire de Parkinson, les *Venus* de Brongniart, de Cornuel et de Dupin, l'Astarte d'Elie de Beaumont, le *Cardium* de Cotteau, l'Arche de Raulin, le *Mytilus* de Fitton, les Limes de Royer et de Tombeck, l'*Hinnites* de Leymerie, la Rhynchonelle d'Agassiz, l'*Holaster* de Lardy, le *Catopygus* de Gressly et son propre *Pygurus*. Quelle profanation! tort ou raison (*right or wrong*), comme disent les Américains. Ah! si les républicains neuchâtelois eussent tous été initiés à la géologie, aucun d'eux n'eût osé mettre la main sur l'homme dont le nom survivra dans la science, bien au delà des inimitiés de partis et de ces partis eux-mêmes. Cette arrestation est un épisode romantique dans l'histoire de l'étage néocomien, et un exemple de plus des résultats peu aimables des agitations politiques et des guerres civiles.

Les strates composant le groupe du château, se divisent assez naturellement en trois séries distinctes, et qui se retrouvent facilement dans les diverses parties du Jura central. Ce sont à la base les *Marnes d'Hauterive*, puis viennent les *Roches de l'Ecluse*, et enfin la *pierre de Neuchâtel* ou *pierre jaune* par excellence.

MARNES D'HAUTERIVE. — Cette division est composée d'un massif de marnes bleues souvent grises et jaunâtres; un peu plastiques, quelquefois subschistoïdes, et très-fossilifères. La puissance moyenne en est de 30 pieds, et la localité type est la marnière d'Hauterive, près de Neuchâtel. Les marnes d'Hauterive sont si bien connues, que je ne m'arrêterai pas plus longtemps à les décrire. Les fossiles s'y trouvent en très-grande abondance, et afin de ne pas donner une longue liste de ses

keitmuscheln, je ne citerai que les principaux, qui sont : *Toxaster complanatus* Agass., *Diadema rotulare*; *Terebratula prælonga* Sow., *T. Marcousana* d'Orb., *Rhynchonella depressa* d'Orb., *Ostrea Couloni* Defr., *Corbis cordiformis* d'Orb., *Trigonia caudata* Agass., *Venus Dupiniana* d'Orb., *Panopea neocomiensis* Agass., *Cardium Voltzii* Leym., *Pleurotomaria neocomiensis* d'Orb., etc., etc. Les fossiles ne se trouvent pas indifféremment à tous les niveaux de ces marnes; mais ils sont généralement cantonnés dans certaines parties, dont ils ne sortent pas, exactement comme dans les marnes du lias, et je ne doute pas qu'une étude minutieuse du gisement des fossiles, analogue à celle que j'ai essayé pour le lias de Salins, et que mon ami Oppel a établi avec tant de talents et de succès pour le lias de la Souabe, de la Suisse, de la France et de l'Angleterre, conduira à reconnaître dans les marnes d'Hauterive diverses zones bien tranchées par les associations de fossiles et par les espèces qui s'y trouveront cantonnées. Il me semble même que je puis dès à présent indiquer trois sections dans ces couches, savoir : la partie inférieure, contenant les fossiles suivants : Polypiers spongiaires, *Goniaster Couloni* Agass., *Peltastes* (*Salenia*) *punctatus* Agass., *Cidaris hirsuta* Marc., *Cid. neocomiensis* Marc., *Cid. punctata* Rœm., *Diadema Bourgueti* Agass., *Pyrina pygœa* Agass., *Dysaster ovulum* Agass., *Terebratula Carteroniana* d'Orb., *Rhynchonella depressa* d'Orb., *Ostrea macroptera* Sow., *Janira neocomiensis* d'Orb., et *Mytilus Couloni* Marc. Le type de cette faune des parties inférieures se trouve au-dessus de la fontaine du Poirier, dans un chemin creux qui conduit de l'entrepôt de Censeau à la nouvelle route de Mièges (département du Jura); je l'ai désigné dans mes *Recherches sur le Jura salinois*, p. 136, sous le nom de *facies corallien des marnes d'Hauterive*, et il serait peut-être utile de désigner cette partie des marnes d'Hauterive sous le nom de *couches de Censeau*. Campiche me paraît avoir distingué ces couches sous le nom de *Marnes à*

Bryozoaires ; elles sont formées à Sainte-Croix d'assises terreuses remplies de spongiaires et de bryozoaires.

La partie moyenne de cette division contient généralement les fossiles suivants : *Belemnites pistiliformis* Blainv., *Nautilus pseudo-elegans* d'Orb., *Ammonites Leopoldinus* d'Orb., *A. cryptoceras* d'Orb., *A. bidichotomus* Leym., *A clypeiformis* d'Orb., *Pleurotomaria neocomiensis* d'Orb., *Astarte transversa* Leym., *Ast. Beaumontii* Leym., *Corbis cordiformis* (ou *corrugata*) d'Orb., *Pecten Deshayei* Leym., *Ostrea Couloni* Defr., *O. Bousingaultii* d'Orb., et *Terebratula prælonga* Sow. C'est généralement la partie des marnes d'Hauterive qui est mise à découvert et qui reste dépourvue de végétation. Dans la vallée de Nozeroy, on peut citer comme type de cette partie moyenne la Croix de l'entrepôt de Censeau, le bas du faubourg de Nozeroy, et les ponts de Mièges et de Doye. Je la désigne dans mes *Rech. sur le Jura sal.* p. 140, sous le nom de *faciès à grandes Ostracées et à Corbis des marnes d'Hauterive*.

Enfin la zone supérieure des marnes d'Hauterive contient surtout : *Toxaster complanatus* Ag., *Tox. l'Hardy* Dub., *Diadema rotulare* Agass., *Nucleolites Olfersii* Agass., *Nuc. subquadratus* Agass., *Terebratula Marcousana* d'Orb., *Venus Robinaldina* d'Orb., *Donacilla Couloni* d'Orb., *Myopsis curta* Agass., *Myop. unioides* Agass., *Myop. neocomiensis* Agass., *Lucina Cornueliana* d'Orb., *Cardium Voltzii* Leym., *Card. Cottaldinum* d'Orb., et *Serpula quinquecostata* Rœm. Je citerai comme localités types pour cette partie supérieure le ravin du château de Neuchâtel; la nouvelle route de Mièges à Censeau et Billecul, près de Nozeroy. Dans mes *Rech. sur le Jura salinois*, p. 143, je la désigne sous le nom de *faciès à myacées et à spatangoïdes des marnes d'Hauterive*.

Roches de l'Ecluse. — Les strates composant cette subdivision ont été désignés par de Montmollin, dans son *Mémoire sur le terrain crétacé du Jura*, sous les noms de *Calcaire jaune*

en couches clivées et fracturées, et de *calcaires jaunes avec masses siliceuses*. Elles sont très-bien développées au ravin de l'Ecluse derrière le château de Neuchâtel, c'est pourquoi je propose de les appeler *Roches de l'Ecluse*. Vers la base, ces roches se lient aux marnes d'Hauterive par des alternances de marnes et de calcaires marneux jaunâtres ; puis les calcaires dominent exclusivement. Ces calcaires sont un peu jaunes, avec quelques taches vertes de chlorite, dures, souvent lumachelliques, et vers le sommet de la division ils deviennent siliceux, contenant des rognons de silex d'un blanc mat. L'épaisseur moyenne de ces roches est de 40 pieds. Dans les environs de Morteau, sur la route de Morteau aux Brenets, MM. Tribolet et Jaccard ont trouvé une couche n'ayant qu'un pied de puissance, qu'ils placent au sommet de ce sous-groupe, c'est-à-dire à la limite inférieure de la pierre jaune, et qui est formée d'un grès très-grossier avec grains verts, contenant un assez grand nombre de fossiles ayant tous conservé leur test, test ordinairement changé en spath calcaire de couleur rouge. On peut citer aussi comme localité type de ce sous-groupe en outre du ravin de l'Ecluse à Neuchâtel, l'ermitage de Censeau dans le val de Mièges. Les leitmuscheln sont : la *Rhynchonella depressa, Ostrea Boussingaultii*, *Pecten Cottaldinum*, *Lima Royeriana*, *Venus Cottaldina*, *Crassatella Cornueliana*, *Cardium peregrinum*, etc.

PIERRE JAUNE DE NEUCHATEL. — Cette division du néocomien moyen est formée exclusivement de calcaires bien stratifiés, d'une belle couleur jaune, et dont on se sert à Neuchâtel et à Pontarlier comme pierre à bâtir. L'épaisseur moyenne est de 60 pieds. Les fossiles sont généralement assez rares, comme du reste dans tous les sous-groupes exclusivement calcaires, et ceux que l'on obtient ne paraissent pas différer de ceux des deux divisions précédentes. C'est surtout aux environs de Neuchâtel où cette division est bien développée, et on

peut l'y étudier dans beaucoup d'endroits, à cause du grand nombre de carrières que l'on exploite pour en tirer les pierres de construction de tout le pays environnant. Cette division contient donc la vraie pierre de Neuchâtel ou pierre jaune par excellence. Employée exclusivement pour les édifices publics et particuliers, ainsi que pour les maisons ordinaires de la petite ville de Neuchâtel, cette pierre est du plus bel effet, et elle donne à toute la ville un aspect riant et de gaîté, qui ne s'allie guère avec l'esprit morose et froid de ses habitants. Un géologue anglais célèbre me disait dernièrement, après une première visite à Neuchâtel, que cette couleur jaune des maisons semble donner à toute la ville un air de chaleur confortable; c'est, disait-il, comme si les murailles avaient conservé en l'absorbant une partie des rayons dorés d'un beau soleil de juillet. Un autre géologue, moins enthousiaste du soleil qu'un fils de la brumeuse Albion, mais positif comme un Savoyard, et cherchant ses comparaisons dans les *produits du cru*, a imprimé dans une notice géologique sur Neuchâtel que : « ces pierres jaunes donnent à la ville une teinte de *beurre frais* qui est réellement sa couleur locale » (*Lettre à M. le chanoine Chamousset*, par Pillet, p. 4, Chambéry, 1856). Une pareille comparaison n'est possible que pour le semestre d'hiver, car pendant l'été, par les chaleurs caniculaires des mois de juillet et d'août, Neuchâtel risquerait fort de s'en aller en *beurre fondu*, et de rappeler en grand ce que le père Huc raconte dans son Voyage au Thibet, de la *fête des fleurs* de beurre dans la lamaserie de Koumboum.

Néocomien supérieur ou groupe de Noirvaux.

Le groupe supérieur du néocomien est très-bien développé aux environs de Sainte-Croix; c'est même là où il me paraît offrir le plus beau type; c'est pourquoi je l'ai désigné sous le nom de *groupe de Noirvaux*, hameau à côté de Sainte-Croix. Des calcaires compacts composent presque exclusivement le

néocomien supérieur, à l'exception d'une couche de marne qui se trouve dans quelques localités, vers sa partie inférieure. Comme dans tous les groupes entièrement calcaires, il est très-difficile d'y établir des sous-groupes ; cependant on peut reconnaître dans les localités renfermant des assises marneuses vers la base deux sous-groupes, que je désigne sous les noms de *Roches du Mauremont* et de *Calcaires de Noirvaux-dessus*. En général, ce groupe est formé de calcaires très-durs, blancs, quelquefois oolitiques, empâtant des fossiles triturés et brisés, qu'il est toujours très-difficile d'extraire et d'obtenir dans un état de conservation un peu satisfaisant. Tout le long du pied oriental du Jura, de Neuchâtel à La Sarraz, les calcaires qui le composent sont jaunes exactement comme la pierre jaune du néocomien moyen, et on ne les distingue de ce sous-groupe que par la superposition et les fossiles.

Roches du Mauremont. — La partie la plus inférieure de ce sous-groupe se lie intimement avec la pierre de Neuchâtel, dont il est très-difficile de pouvoir la distinguer. Ce sont aussi des calcaires jaunes, oolitiques, contenant le *Janira atava* et un *Pteroceras*, puis ces calcaires, à mesure que l'on s'élève, deviennent bréchiformes, marno-compacts, et passent enfin à des marnes jaunes qui ne sont jamais très-puissantes (ce qui est peut-être la cause qu'on ne les voit pas très-souvent à découvert), et qui renferment un assez grand nombre de fossiles bien conservés, dont on peut citer comme leitmuscheln les espèces suivantes: *Toxaster Couloni*, *Pygurus productus* Agass., *Pygurus Morloti*, *Cidaris clunifera*, *Caprotina Duboisi* Mér., *Rhynchonella lata* d'Orb., etc. L'épaisseur moyenne des *Roches du Mauremont* est de 40 pieds. J'ai pris pour type la localité bien connue dans le canton de Vaud, de Mauremont; les environs de Sainte-Croix, le Val de Travers, Bâle près de Neuchâtel, présentent aussi un beau développement de ce sous-groupe.

CALCAIRES DE NOIRVAUX-DESSUS. — Ce sous-groupe est exclusivement composé de calcaires blancs à reflets brillants, et qui contiennent, dans beaucoup de localités, une grande quantité de *Caprotines*; c'est, pour le Jura, le véritable *calcaire à Caprotines*. Au Mauremont, à La Sarraz et autres localités vaudoises du pied du Jura, ces calcaires sont jaunes au lieu d'être blancs. A Allemogne et à Thoiry, près de Genève, ils sont de nouveau très-blancs, avec de superbes reflets, ce qui les fait exploiter comme marbres. La puissance moyenne de ce sous-groupe est de 110 pieds. Les leitmuscheln sont les *Caprotina ammonia* d'Orb., et les *Radiolites neocomiensis* d'Orb. La localité type est le hameau de Noirvaux-dessus, près de Sainte-Croix, où le docteur Campiche a signalé une quantité prodigieuse de caprotines. C'est dans ces calcaires que se trouvent situés, entre Couvet et Travers, les mines bitumineuses, connues sous le nom de mines d'asphalte du val de Travers.

Avec ces calcaires se termine l'étage néocomien du Jura central. Par-dessus commence immédiatement la série des grès verts, série qui a été si bien établie et décrite à la Perte du Rhône, par M. Eugène Renevier (voir *Mémoire géologique sur la Perte du Rhône*, 1854; dans les *Mémoires de la Société helvétique des sciences naturelles*).

DIVERSES MANIÈRES DE CONSIDÉRER LE TERRAIN CRÉTACÉ ET L'ÉTAGE NÉOCOMIEN. OPINIONS DE DE LA BÊCHE, D'ARCHIAC, D'ORBIGNY ET DE TRIBOLET.

Plusieurs géologues ont essayé de donner à la formation néocomienne des proportions différentes de celles que lui ont assignées de Montmollin, Thurmann et Agassiz, et qui sont les véritables limites naturelles de ces dépôts. Je pense que quelques observations à ce sujet ne seront pas déplacées ici. Depuis la description du néocomien du Jura, le terrain crétacé de formation marine s'est trouvé complété; et si l'on con-

sidère les roches crétacées qui, en Europe, en Afrique et en Amérique, se trouvent dans la zone tempérée septentrionale, on reconnaît qu'elles sont groupées en trois grands étages, savoir : l'*étage néocomien*, l'*étage des grès verts* et enfin l'*étage des craies* ; exactement comme dans le silurien on y reconnaît que les strates se groupent dans les trois étages du silurien inférieur, moyen et supérieur. Ces trois étages crétacés ont à peu près la même valeur dans le temps, dans l'espace et dans l'importance des débris organiques qu'ils renferment. Lorsque l'on établit des groupements entre les diverses strates d'une même époque géologique, il est toujours indispensable de faire entrer en première ligne, comme caractères devant l'emporter sur tous les autres, ces trois axiomes véritables de la stratigraphie : 1° l'espace, c'est-à-dire la quantité de kilomètres ou de lieues carrées recouvertes par un étage ; 2° le temps, c'est-à-dire les épaisseurs moyennes, dans les diverses régions, des strates que l'on veut grouper ensemble, épaisseurs dépendant évidemment en général de la longueur des temps qui se sont écoulés pendant les dépôts ; et 3° les faunes et les flores, c'est-à-dire les formes d'êtres dont l'ensemble indique que ces êtres ont dû vivre sous des influences et des conditions d'existences analogues et spéciales à une série des temps par lesquels la terre a passé depuis sa création. Si l'on fait toujours bien attention à ces trois principes, et que l'on cherche surtout à les harmoniser, sans donner plus d'importance à l'un qu'à l'autre, on aura les *groupements naturels* des strates, d'abord par périodes géologiques, puis par étages dans ces périodes, par groupes et par sous-groupes. Je ne m'arrêterai pas plus longtemps sur ces principes, me réservant de les développer dans un *Essai sur les classifications stratigraphiques*. Mais il est évident que c'est pour avoir négligé de chercher à harmoniser ces trois grands principes, que plusieurs observateurs ont été conduits à proposer pour le terrain crétacé des classifications que l'on peut appeler *artificielles*, du moment qu'elles ne s'appuient que sur

une partie de ces principes, partie qui, dans ce cas, est toujours exagérée dans sa valeur réelle par rapport aux autres parties que l'on néglige, ou dont on ne tient pas assez compte.

Il me semble que le terrain crétacé peut être envisagé de la manière suivante (voir le tableau, figure 5 de la planche) :

Dans l'état actuel de nos connaissances, il est toujours possible de reconnaître positivement le terrain crétacé dans l'hémisphère nord. Avec quelques difficultés, qui, il faut l'espérer, seront bientôt entièrement levées avec les progrès rapides de la science, on le reconnaît aussi dans l'hémisphère sud, et on l'y distingue plus ou moins facilement des terrains jurassiques et triasiques. Il ne faut pas croire cependant que ce soit toujours facile, surtout pour l'hémisphère sud ; par exemple, dans le Chili et au Pérou, les séparations entre ces trois terrains n'ont pas encore été effectuées d'une manière précise par les géologues qui ont étudié sur les lieux ; je ne parle pas, bien entendu, des géologues qui opèrent ces séparations dans leurs cabinets. Si l'on étudie la zone tempérée de l'hémisphère nord, le terrain crétacé se divise en trois étages ou grandes formations; étages que l'on peut reconnaître sur toute cette zone, quoique je pense que l'on éprouvera de grandes difficultés pour les identifier dans l'Asie centrale et orientale. J'ai écrit sur le tableau ces trois étages, en en donnant d'une manière très-douteuse et presque hypothétique l'épaisseur moyenne pour chacun d'eux. Il est probable que, pour certaines portions des zones torrides et glaciales arctiques, qui sont voisines des limites de la zone tempérée, on parviendra à y reconnaître aussi ces trois étages; mais ce ne sera qu'exceptionnel, et je suis convaincu qu'il faudra établir des étages différents pour les autres zones terrestres.

Considérant ces étages de la zone tempérée septentrionale, on peut grouper les strates dans les divers bassins entre lesquels se décompose cette zone. Ainsi, par exemple, dans le *bassin de Paris et Londres*, on peut grouper l'étage des craies

en trois divisions, savoir : le *calcaire pisolitique*, la *craie blanche*, et la *craie tuffeau*. Dans le *Jura*, l'étage néocomien se divise en trois groupes, savoir : le *néocomien inférieur, moyen* et *supérieur*. Il est presque certain qu'avec des études bien détaillées, on parviendra à reconnaître exactement les mêmes *groupes* de strates, c'est-à-dire les équivalents de ces groupes pour plusieurs bassins contigus, tels que les bassins Paris et Londres, de la Meuse, de la Loire, du Rhône, du Rhin, du Danube, du Volga, etc., mais il est non moins probable que ces *groupes* seront limités à deux, trois, quatre bassins au plus, et qu'il faudra établir des groupes spéciaux pour chaque agglomération de bassins qui alors se sont trouvés séparées par les barrières naturelles, tels que des déserts, des altitudes différentes, des courants d'eaux chaudes ou froides, etc., de l'époque crétacée.

Revenons au tableau crétacé (figure 5). Dans chaque bassin on peut subdiviser les groupes en sous-groupes, en ayant toujours bien soin d'avoir constamment présent à l'esprit les trois principes du temps, de l'espace pour le bassin que l'on considère, et des débris organiques fossiles. Ainsi, pour le Jura, on peut diviser le groupe du château ou néocomien moyen en trois *sous-groupes*, savoir : les *Marnes d'Hauterive* les *Roches de l'Ecluse* et la *Pierre de Neuchâtel*. Sous-groupes qu'on ne retrouve pas toujours avec facilité dans tout le bassin du Jura, et qui ne se retrouveront, du moins quant à la certitude des équivalents vrais, que rarement en dehors de ce bassin, et seulement dans les parties des bassins voisins qui touchent au Jura.

Enfin, chaque sous-groupe peut le plus souvent se fractionner, au moyen des fossiles surtout, en couches dont l'importance est entièrement limitée à un nombre peu considérable de localités du bassin que l'on considère. Ainsi, dans le Jura, les *Marnes d'Hauterive* peuvent, dans le val de Mièges, se diviser en *couches inférieures* ou *de Censeau*, *couches moyennes* et

couches supérieures ; et je pense que ces divisions en couches se retrouvent *identiquement* les mêmes dans plusieurs localités du Jura, là où existent les marnes d'Hauterive. Bien entendu que ces couches, en général, ne sortent pas d'un même bassin, et qu'elles ne doivent être considérées que comme un moyen de donner un rang et des expressions aux résultats des études minutieuses, faites couche par couche, dans un certain nombre de localités voisines les unes des autres.

J'ai laissé dans le tableau la plus grande partie des cases en blanc, voulant seulement présenter une espèce de forme ou de cadre pour classer le terrain crétacé dans diverses contrées ; changeant les nombres et les noms des étages, groupes, sous-groupes et couches, suivant les zones terrestres, les bassins et les localités.

Je m'aperçois, en regardant ce tableau, que j'ai répété le nombre *trois* aux étages, aux groupes, sous-groupes et aux couches que j'ai cités comme exemples. Evidemment cela n'est qu'accidentel ; cependant il faut bien convenir que le nombre trois est celui qui revient le plus souvent en géologie stratigraphique, ce qui est assez naturel, vu la manière générale d'examiner un objet terrestre quelconque.

Dans ces derniers temps on m'a fait souvent l'objection qu'envisagé de cette manière la géologie stratigraphique devient trop compliquée, et qu'alors on ne pourra plus se retrouver dans les classifications. Je répondrai simplement que la géologie stratigraphique est très-compliquée, et que nous devons l'accepter comme elle est, et non comme nous pourrions la désirer pour la renfermer facilement dans un livre. Si l'on n'avait qu'à étudier une échelle géologique aux environs de Londres, et qu'ensuite il suffise de promener cette espèce de niveau tout autour de sa chambre, sur les échantillons que l'on vient de recevoir de Pondichéry, de Macao, de Timbucktu, du Cap, de Valparaiso et de New-York ; évidemment la géologie stratigraphique pourrait se traiter comme la chimie,

la botanique et la zoologie, en ne considérant ces deux dernières sciences qu'au point de vue de la description des espèces. Mais il n'en est rien, on ne peut pas plus faire de la géologie dans sa chambre que de la géographie physique; il faut aller sur les lieux et *voir*, et alors je puis assurer, d'après ma propre expérience, que l'échelle des environs de Londres ne sert pas à grand'chose. Chaque pays a son échelle géologique, comme chaque pays a sa géographie physique; ces échelles se relient entre elles par des similitudes dans leurs constructions et dans leurs formes, exactement comme l'on voit les lois qui régissent la géographie physique varier suivant les contrées, tout en se rattachant les unes aux autres à mesure que l'on parcourt la terre. Du reste, qu'est-ce que la géographie physique? C'est, depuis les travaux de Humboldt, la description de tout ce qui *est actuellement* sur la terre, et de tous les phénomènes qui s'y passent. Qu'est-ce que la géologie? Ce n'est que de la *géographie physique fossile*, c'est-à-dire l'histoire de ce qui *a été* sur la terre avant ce qui est aujourd'hui. Or si, pour essayer de connaître la géographie physique, il faut, comme Humboldt, traverser les mers, parcourir l'Amérique équinoxiale, l'Europe, l'Asie centrale, etc., il faut, pour étudier la *géographie physique fossile*, sortir de son cabinet, et être continuellement au milieu des débris que le passé a laissé sur tous les points de notre globe, car sa surface est entièrement composée de ces débris, et il est impossible d'étudier la terre comme les autres corps célestes, c'est-à-dire avec un télescope.

Encore un mot, je ne propose pas de suivre un système spécial de classification des strates pour chaque pays, car heureusement ce système n'est plus depuis longtemps à l'état de proposition, mais est bien un *fait accompli*, et mon rôle se borne tout simplement à constater ce qui se fait aujourd'hui dans tous les pays où l'on étudie la géologie. Ainsi en Belgique et dans le Luxembourg on se sert d'une classification spé-

ciale; en Allemagne on a d'autres classifications; l'Autriche vient de proposer une belle et surtout bonne terminologie pour ses strates alpines; la Lombardie et la Toscane en ont fait de même; en Scandinavie, en Russie, dans l'Inde, en Australie, aux Etats-Unis, etc., partout on se sert de classifications *nationales*, et, jusqu'à présent, je ne connais pas un seul cas où elles n'aient rendu les plus grands services; tandis que les essais de l'extension de la classification dite *anglaise*, faite par quelques géologues français, n'a conduit qu'à des généralités embrouillées, et dont l'un des moindres inconvénients est d'être faux souvent jusqu'à l'absurde. Je ne puis mieux faire d'ailleurs pour prouver la supériorité des classifications nationales que de citer la phrase suivante du savant M. d'Archiac, qui veut bien donner, de temps à autre, d'excellents conseils dans son *Histoire des progrès de la géologie*, à la seule condition toutefois de ne pas les suivre lui-même : « Si, comme le font quelques personnes par une sorte de système ou de méthode *artificielle*, facile et d'une application commode, mais peu rationnelle, nous n'avions égard qu'à un seul ordre de caractères, nous arriverions certainement plus vite à obtenir une de ces *classifications si régulières sur le papier*, mais dont tout le prestige tombe et disparaît dès qu'on se trouve sur le terrain et en *face des faits* » (voir *Hist. de la géologie*, t. V, p. 610).

Les géologues de l'époque de de la Bêche, Buckland, Brongniart, Boué, Humboldt, etc., pensaient qu'une simple classification en terrains, étages, groupes et sous-groupes suffisait pour toute la terre; maintenant la pratique a prouvé surabondamment que cela n'était pas suffisant, et l'on peut déclarer, sans risque de se tromper, que les temps sont passés pour le *calcaire alpin*, le *lias blanc* (white Lias) universel, *les courants de boues polaires*, en un mot pour toutes ces généralités prématurées, miraculeuses et abstraites qui ont pu, à un moment donné, avoir leurs raisons d'être, mais qui aujourd'hui ont fait partout place aux études approfondies de chaque partie de la terre et

par suite aux classifications nationales et aux explications rationnelles.

De la Bêche résumant les études si exactes et si intéressantes de Smith, Conybeare, Buckland, Fitton, etc., sur le terrain crétacé de l'Angleterre, a divisé ce terrain en trois étages ou formations qui sont : le *chalk formation*, le *green sand formation* et le *wealden formation* (voir *A tabular and proportional view of the tertiary and secondary rocks*; seconde édition London, 1828). Ce sont les mêmes étages que ceux que j'ai adoptés pour la zone tempérée septentrionale, zone dans laquelle se trouve l'Angleterre; il n'y a de différence qu'en ce que de la Bêche comprenait dans son *Wealden formation*, le *Purbeck limestone*, tandis que je le place dans le terrain jurassique. D'Archiac, qui a passé plusieurs étés à faire une étude générale, avec quelques détails particuliers, du terrain crétacé du bassin de Paris et de Londres, a proposé une autre classification que celle des géologues anglais; classification qui, après avoir subi quelques variations dans les diverses publications de ce savant, a fini par se produire dans son quatrième volume de l'*Histoire de la géologie*, sous la forme suivante : Le terrain crétacé, d'après cet historien des temps fossiles, se divise en quatre étages ou divisions du premier ordre, savoir : la *craie blanche*, la *craie tuffeau*, le *gault* et le *néocomien* ou *grès vert inférieur*. De plus, il a ajouté sous forme d'appendice un cinquième étage sous le nom de *Wealdien*. En proposant cette classification, M. d'Archiac s'est *écarté des véritables bases de la stratigraphie*, comme il a l'habitude de le faire remarquer à tous les géologues qui s'avisent de changer quoi que ce soit dans ce que Conybeare et de la Bêche ont proposé, il y a au moins trente années, pour les roches secondaires de l'Angleterre (voir *Histoire des progrès de la géologie*, t. VI, p. 621).

Voici les principaux défauts de la classification proposée par M. d'Archiac : 1° elle élève à l'état d'étages ou de divisions de premier ordre, deux divisions du second ordre, la *craie blanche*

et la *craie tuffeau* ; 2° elle retranche des grès verts, le *grès vert inférieur* ; 3° elle ajoute au néocomien le *grès vert inférieur* ; 4° elle confond *tout* le *néocomien* avec ce *grès vert inférieur*, en disant néocomien *ou* grès vert inférieur ; 5° enfin cette classification place le *Wealdien* comme une formation en potence, dont il ne sait trop que faire, ne s'occupant pas de lui trouver des équivalents marins et laissant supposer que, pendant que le wealdien se déposait dans le sud-est de l'Angleterre, les dépôts marins se sont arrêtés partout, et que la terre s'est posée en point d'admiration! sur ce dépôt.

Alcide d'Orbigny, dont les travaux ont fait faire de si grands pas à la paléontologie française, n'a pas essayé, comme d'Archiac, d'étendre la classification, dite anglaise, à toute la terre; mais il a fait mieux, et on peut dire que ce n'est assurément pas sa faute si la géologie stratigraphique des cinq parties du monde n'a pu entrer entièrement dans son cabinet, car il a fait tout ce qui était humainement possible, pour la pousser dedans; supplications, prières, menaces, coups de pieds et coups de poings, il n'a rien épargné pour arriver à ce but. Comme moyen de simplification, d'Orbigny a commencé par supprimer les groupes, les sous-groupes et les couches ; puis réunissant et confondant toutes les espèces de divisions sous deux têtes de colonnes, il a composé un tableau stratigraphique pour toute la terre, d'une simplicité à rendre jaloux un Spartiate, et auquel on ne peut du moins refuser de reconnaître un avantage, c'est de ressembler à un règlement universitaire à l'usage des écoles primaires pour les enfants des deux sexes. Ainsi, pour ce savant, il n'y a plus que des terrains et des étages, terrains dans lesquels il confond les *grandes périodes* géologiques appelées paléozoïques et tertiaires avec les *simples époques* crétacées et jurassiques, et étages dans lesquels se trouvent : 1° des terrains comme le silurien, le carbonifère ; 2° des étages tels que le keuper ou saliférien; 3° des groupes tels que le corallien, le kimméridien ;

et enfin, 4° des sous-groupes tels que le callovien (voir : *Cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphique*, page 157).

Pour le terrain crétacé d'Orbigny le divise en sept étages, savoir : le *Danien*, *Sénonien*, *Turonien*, *Cénomanien*, *Albien*, *Aptien*, *Urgonien*, *Néocomien*. Considérés comme groupes ou divisions du second ordre du terrain crétacé, et non comme étages ou divisions du premier ordre, et limité à la France, à la Suisse et à la Savoie, cette classification de d'Orbigny ne manque pas d'une certaine valeur, surtout si l'on a soin de réunir ces divisions par étages naturels, et de leur donner des subdivisions par sous-groupes et par couches, et même on peut dire qu'elle a rendu des services pour l'étude des terrains crétacés de l'Europe centrale, excuse qu'on ne peut invoquer en faveur des cinq étages de M. d'Archiac.

Parmi les géologues qui ont voulu changer les proportions primitives et vraies du néocomien, il y en a qui ont cherché à augmenter sa valeur, tandis que d'autres l'ont plus ou moins diminué. Ainsi M. d'Archiac lui a ajouté tout le *Lower green sand* d'Angleterre, les *argiles à plicatules et à Exogyra sinuata*, et les *sables verts et sables ferrugineux* de la partie orientale du bassin de la Seine. Cette addition, on ne peut plus libérale, a permis alors à l'historien de la géologie de gronder Thurmann tout à son aise sur la création du mot *néocomien*, puisqu'il a pu identifier alors avec quelques degrés de vraisemblance *son* néocomien du bassin de Paris avec les grès verts inférieurs de l'Angleterre. Je dis *son* néocomien du bassin de Paris, car le néocomien, type de Neuchâtel, n'a jamais renfermé ces *argiles à plicatules* et ces *sables verts*. Dans son enthousiasme pour *son* néocomien, on s'explique alors très-bien que d'Archiac ait pu écrire dans l'*Histoire des progrès*, tome IV, page 539, cette petite pièce de morale à l'adresse de Montmollin, Voltz, Thurmann, Thirria, Agassiz et Parandier, savoir : « Voltz en cherchant à motiver la nouvelle dénomination (*néocomien*), fit

voir que celle de *terrain crétacé du Jura*, employé par de Montmollin était aussi impropre que celle de *terrain Jura crétacé*, proposé par Thirria; mais il résulte de cette discussion, ajoute M. d'Archiac, qu'elle n'aurait certainement pas eu lieu, si la formation crétacée d'Angleterre, et surtout la faune du grès vert inférieur, eût été alors mieux connue des géologues du continent. » M. d'Archiac cherche ainsi à expliquer comment les géologues du Jura ont pu ne pas se tromper comme lui, par suite, dit-il, de leur ignorance de la faune du *Lower green sand* d'Angleterre!

Si M. d'Archiac a essayé de faire des additions au néocomien, au contraire d'Orbigny a proposé d'y faire des soustractions, ce qui n'a rien d'étonnant pour ceux qui ont connu ces deux géologues, car il suffisait que l'un dise blanc pour que l'autre réponde noir. Sous prétexte que le néocomien supérieur ne se trouve pas à Neuchâtel, ce qui est complétement inexact, d'Orbigny a détaché ce groupe de l'étage néocomien, et il en a constitué un étage à part qu'il nomme *Urgonien*. Comme dans aucune de ses diverses publications d'Orbigny ne donne de description d'Orgon, et comme je n'ai jamais voyagé dans l'*Urgonie*, ni rencontré de mémoires spéciaux sur l'*Urgonie* et les *Urgoniens*, Murray, le célèbre éditeur des guides des voyageurs (*Handbook for travellers*) n'ayant pas encore jugé à propos de rien publier sur ce pays que d'Orbigny a cherché à comparer à la *Silurie* en le mettant sur la même ligne géologique; je ne puis dire avec certitude si l'Urgonien de d'Orbigny correspond exactement au néocomien supérieur; et c'est cette ignorance qui me fait rejeter cette jolie dénomination, lui préférant l'expression de *groupe de Noirvaux* ou *néocomien supérieur*, expression dont la valeur peut facilement être comprise, soit en lisant les mémoires que Campiche, Lory, Renevier, Chavannes, etc., ont écrits sur le néocomien, soit en faisant une excursion autour de Neuchâtel, à Bôle, à Noirvaux, au Mauremont.

Imitant l'exemple des soustractions de d'Orbigny, deux ou trois géologues de Neuchâtel même (mais je dois ajouter de suite, que ce n'est ni de Montmollin, ni Coulon, ni Agassiz) ont voulu réduire le néocomien à la portion congrue, le faisant déchoir du rang de division du premier ordre ou étage, pour le colloquer parmi les divisions du second ordre ou groupes ; et ajoutant à la mutilation de d'Orbigny, celle de lui retrancher tout le groupe inférieur. Ainsi tondu par la tête et par les pieds, il ne reste plus au néocomien que son groupe moyen. Voici comment s'exprime un de ces observateurs, ami des soustractions : « Il est essentiel de bien déterminer ce que nous entendons par *terrain néocomien*. Nous lui donnons ici le sens le *plus restreint* (je crois bien, car une restriction de plus et il n'en resterait rien) en n'y comprenant que les *marnes bleues* ou d'Hauterive et la *pierre jaune* qui leur est immédiatement superposée. Nous en détachons non-seulement les couches urgoniennes du Mauremont, et les calcaires intermédiaires de Bôle, que d'Orbigny y avait fait entrer, mais encore la série puissante des assises *valanginiennes*, qui, à Neuchâtel même, sont sans doute assez pauvres en fossiles, tandis qu'à Sainte-Croix leur faune l'emporte en richesse et en variété sur celle du *néocomien moyen.* » Remarquez bien cette expression de *néocomien moyen* qui termine cette tentative de réduction de la valeur du néocomien à sa plus simple expression, et qui vient là comme une protestation dans la phrase même de l'un des mutilateurs. Bien plus pour montrer combien cette tentative est injustifiable, M. de Tribolet, intitule son article : *Catalogue des fossiles du néocomien moyen de Neuchâtel*, laissant supposer naturellement qu'il y a toujours les *néocomiens inférieurs* et *supérieurs* (voir : *Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel*, tome IV, page 69, 1856). Appeler le néocomien inférieur, d'abord *Valenginien*, puis ensuite le sectionner de nouveau pour en faire du *Dubisien* et du *Valengien*, et élever toutes ces coupures à l'état d'*étages* dans le terrain cré-

tacé, c'est fausser la méthode stratigraphique; et suivre ces errements dont l'exemple a été donné par d'Orbigny, qui n'a pas craint de réduire le *lias* à sa partie moyenne, chassant de cet étage si connu les *calcaires à gryphées arquées* pour en faire du *sinémurien* et défigurant jusqu'à l'expression même, qui sous sa plume réformatrice s'est changée en *liasien*.

Le mot *valenginien* est une expression mal choisie dans tous les sens; d'abord au hameau de Valengin ce groupe n'y est pas complet, par suite de dislocations, ainsi que l'a très-bien démontré M. Célestin Nicolet, président de la Société helvétique, à la réunion de cette société à la Chaux-de-Fonds, en août 1855. Les fossiles y sont très-rares. Puis cette dénomination est d'un ridicule un peu trop voisin de la niaiserie, ce dont il faut bien se garder en géologie. On dit en Suisse, un *bourgeois de Valengin*, dans le sens qu'en France on dit un *bourgeois de Carpentras* ou de *Quimper-Corentin*; le comte de Valengin correspond assez exactement, quoique en diminutif, au roi d'Ivetot de Béranger. Il est certainement bon et désirable d'avoir en stratigraphie des noms de groupes qui se fassent remarquer par leur *simplicité*; mais encore faut-il que cette simplicité ne dégénère pas; car de la simplicité c'est comme de la vertu, *pas trop n'en faut*, dit le proverbe.

Quant à MM. Lory, Pidancet, Sautier et Coquand, qui ont essayé de faire des *marnes de Villars* un *étage* et même un *terrain* à part, savoir le *terrain wealdien*, je ne pense pas que ce soit bien sérieusement qu'ils aient tenté d'élever à cette *dignité* quinze à vingt-cinq pieds de marnes; car alors il faudrait changer radicalement toutes les classifications géologiques et multiplier la dignité de terrain à tel point qu'elle en deviendrait avilie.

ESSAI D'UN SYNCHRONISME ENTRE LE NÉOCOMIEN ET LE WEALDIEN.

Avant de terminer, je demande la permission de présenter quelques remarques sur une question très-délicate, et qui exer-

cera encore pendant longtemps les suppositions, les doutes et les controverses des géologues qui s'occupent de stratigraphie comparée. C'est la question des équivalents marins dans le Jura, des strates fluvio-marines qui se trouvent en Angleterre entre le *Portland stone* et le *Lower green sand*. En combinant les divers travaux exécutés en Angleterre sur cette série de strates fluvio-marines, série représentant évidemment les restes d'un grand Delta, analogue à ce qu'on aura un jour dans la partie du golfe du Mexique qui avoisine la Louisiane et l'Alabama, on arrive à composer *grosso-modo*, la section théorique, fig. 4, voir la planche.

Sans m'arrêter à discuter les observations et opinions des géologues qui se sont occupés de cette question, je dirai seulement que j'adopte entièrement la classification d'Ed. Forbes, qui a replacé le groupe des *Purbeck beds* dans le terrain jurassique; ainsi que Conybeare et W. Phillips l'avaient fait il y a plus de 30 ans. Je rappellerai aussi que Fitton, Webster, de la Bêche, Mantell, etc., ont compris les Purbeck beds, dans le wealden, et qu'ils en ont fait la base de leurs *cretaceous rocks*; et que John Phillips, non-seulement réunit les Purbeck beds avec les Hastings sands et le Weald clay, mais que bien plus il place tout ce wealden dans les *jurassic rocks*.

Les faunes qui se rencontrent dans le *Kimmeridge clay* et les *Portlands beds*, dans la partie sud-est de l'Angleterre, se retrouvent dans le Jura dans la série des strates que je désigne sous le nom de *groupe de Besançon*, *groupe de Porrentruy* et *marnes de Salins*. En Angleterre, il y a au moins deux espèces qui passent du Kimmeridge clay dans le Portland stone, savoir la *Trigonia clavellata* et la *Thracia depressa*; dans le Jura il y en a davantage qui passent entre les trois séries d'assises que je viens de nommer, suivant les localités que l'on considère; je citerai seulement l'*Exogyra virgula* qui, à Gray, se trouve dans tout le groupe de Porrentruy et aussi dans les marnes de Salins. De plus ces faunes se mé-

langent un peu en passant de l'Angleterre au Jura, et des espèces du *Kimmeridge clay* d'Angleterre, se trouvent dans le Jura dans des assises que je considère comme les équivalents du Portland stone ; ainsi l'*Exogyra virgula* reste dans le *Kimmeridge clay* en Angleterre, à Gray elle est répandue dans tout le *groupe de Porrentruy* et les *marnes de Salins*, dont les deux tiers des assises sont les équivalents du Portland stone ; tandis qu'à Salins, Besançon, Porrentruy, elle est limitée exclusivement aux *marnes de Salins* qui représentent la partie supérieure du Portland stone. Mais ces passages sur les lieux mêmes et dans l'espace compris entre Portland et Porrentruy, ne changent pas la signification des deux faunes qui sont véritablement distinctes et parallèles dans les deux pays.

Les *calcaires* de *Salins* renferment dans le Jura une faune marine dont le nombre peut être estimé de 150 à 200 espèces, et qui est très-riche en coraux, en acéphales et en gastéropodes. Jusqu'à présent on a retrouvé avec certitude que deux espèces de cette faune qui soient identiques avec des fossiles britanniques ; deux autres ont été indiqués, mais sont très-douteux et appartiennent probablement à des espèces nouvelles. Ces deux espèces identiques sont le *Trigonia gibbosa* Sow. et l'*Hemicidaris purbeckensis* Forb. La *Trigonia gibbosa* se trouve à Tisbury dans les dernières assises les plus supérieures du Portland stone, et Fitton, dans sa belle section des carrières de Portland (v. *On the strata between the chalk and oxford oolite*, etc., page 219), dit que cette espèce a son gisement principal dans la couche appelée « *Roche* », qui a deux pieds d'épaisseur et qui termine le groupe des Portland stones. Perron cite la *Trigonia gibbosa* dans les premières couches des calcaires de Salins, immédiatement en contact avec les marnes de Salins à *Exogyra virgula*, et il donne comme localité Arc près de Gray (voir *Notice sur l'étage portlandien des environs de Gray*, etc., p. 23). De plus, Buvignier cite positivement la *Trigonia gibbosa* dans les couches les plus inférieures des *Calcaires du Barrois*, à

Bar, dans le département de la Meuse, groupe de strates que je regarde comme étant les équivalents complets des *Calcaires de Salins* (voir *Statistique géologique de la Meuse*, p. 376). Ainsi, si l'on se base exclusivement sur le caractère paléontologique et sur une espèce commune, on peut regarder la couche supérieure du Portland stone, appelé «*Roche*» par les ouvriers des carrières de Portland, comme étant l'équivalent des 15 ou 20 premiers pieds de strates calcaires qui composent les calcaires de Salins, et que Perron nomme à Gray son n° 11 du sous-groupe inférieur des calcaires de Salins. Cependant il est possible que la *Trigonia gibbosa* qui vivait à Portland lors du dépôt de la «*Roche*,» ait changé de place, lorsque l'eau douce est venue immédiatement recouvrir la «*Roche*,» et qu'elle soit alors venue achever son existence dans l'Est de la France; alors dans ce cas, les premières couches des calcaires de Salins auraient pour équivalents les premières couches du calcaire d'eau douce du *Purbeck inférieur*. Cette dernière supposition me paraît avoir autant de chance de probabilité que la première, et pour montrer, par un exemple, ces changements de place d'animaux marins, je dirai qu'en Angleterre l'*Exogyra virgula* se trouve seulement dans le Kimmeridge clay, et l'*Exogyra spiralis* seulement dans le Portland stone, et qu'elles y sont séparées par des assises ayant 100 pieds d'épaisseur; tandis qu'à Gray et dans les Ardennes les *Exogyra virgula* et *spiralis* sont ensemble dans les marnes de Salins. J'ai indiqué sur la planche les deux opinions que je viens d'exprimer, en liant, par une ligne pointillée, les surfaces inférieures et supérieures de la «*Roche*» avec la surface inférieure de la première couche des calcaires de Salins.

L'*Hemicidaris purbeckensis*, qui est la seconde et dernière des espèces identiques, est un fossile dont la célébrité et la beauté ne sont surpassés que par son importance. Cet oursin, quoique venu un des derniers entre les mains des paléontologistes et des géologues, est destiné cependant à être une des *leitmuscheln*

les plus importantes qui existent, et il prendra sa place, s'il ne l'occupe déjà, à côté de ses aînés ; savoir : les *Productus semireticulatus*, et *cora* ; le *Sp. striatus*, les *Gryphœa arcuata* et *dilatata*, *l'Exogyra Couloni*, le *Toxaster complanatus*, l'*Hemicidaris crenularis*, les *Ammonites Bucklandi*, *amaltheus*, *Walcotii*, *jurensis*, *macrocephalus*, etc. Voici comment Edouard Forbes raconte sa découverte : « Parmi les fossiles marins qui se trouvent dans une zone, au sommet[1] du célèbre « *Cinder bed* » composé principalement d'*ostrea distorta*, et qui constitue une couche si remarquable dans la division moyenne du Purbeck, j'avais découvert, depuis plusieurs jours, des radioles ou épines d'un oursin qui m'était inconnu. Après une recherche minutieuse, qui me fit découvrir plusieurs formes nouvelles de mollusques marins du Purbeck, je trouvai enfin un échantillon des plus parfaits d'un *Hemicidaris*, avec ses épines, ayant une structure identique aux épines que j'avais trouvées auparavant. Cet *Hemicidaris*, le premier qui ait jamais été rencontré dans le groupe de Purbeck, a été trouvé par moi-même à Swanage, dans le Dorsetshire, en décembre 1849 » (voir *Description of British organic remains*, *Geological survey* ; decade III, Plate V, p. 2, London, 1850). J'ajouterai que l'*Hem. puberckenss*, est très-rare en Angleterre, et qu'il est très-difficile d'en obtenir un bon échantillon. Le point même des environs de Swanage où Forbes a fait cette découverte, se trouve dans l'anse ou *cove* appelée *Warbarrow bay*. C'est cette découverte d'un *Hemicidaris* et d'autres animaux marins, qui a conduit Forbes à replacer tout le groupe de Purbeck dans le terrain jurassique.

Gustave Cotteau, dans ses *Etudes sur les Echinides fossiles du département de l'Yonne* dit, p. 301, 302, etc., qu'il a re-

[1] Je ferai remarquer que John H. Austen, dans son mémoire intitulé : *A guide to the Geology of the Isle of Purbeck and the south-west coast of Hampshire*, Blandford, 1852, dit, page 12, que l'*Hemicidaris Purbeckensis* se trouve au milieu du *Cinder bed*, et il nomme même cette partie du Cinder bed, l'*urchin band* (la bande aux oursins).

connu l'*Hem. Purbeckensis*, en 1853, dans les départements de l'Yonne, de l'Aube et de la Haute-Marne. Il n'en cite que trois échantillons, trouvés, l'un à Saint-Sauveur (Yonne), l'autre à Cirey (Haute-Marne), et le troisième aux Riceys (Aube), et, en même temps, Cotteau remarque que ses échantillons diffèrent tous de l'échantillon figuré et décrit par Forbes, mais cependant pas assez pour en créer une nouvelle espèce; ce ne serait qu'une variation insuffisante pour les séparer. L'*Hemicidaris Purberkensis* trouvé à Cirey (Haute-Marne) par M. Royer, a son gisement dans la partie inférieure, de ce que Royer nomme *Portlandien*, et qui est dans la Haute-Marne l'équivalent exact des calcaires de Salins.

Lorsque j'étudiais les environs de Salins, je me rappelle très-bien avoir trouvé, dans la partie inférieure des calcaires de Salins que j'appelais aussi alors *Calcaires portlandiens*, des fragments de test d'uu *Hemicidaris*, mais en trop mauvais état pour arriver à une détermination. Je me suis contenté de les noter dans mon journal, ne pensant pas qu'un jour je regretterais de ne pas les avoir recueillis. Dans une excursion rapide que je fis à Portland et dans ses environs en 1852, je vis parfaitement : 1° que ce que dans le Jura nous appelions *Portlandien* n'était pas l'équivalent du *Portland stone*, mais plus jeune, et 2° que le néocomien de Neuchâtel n'avait rien de commun avec le *Lower green sand*. L'*Hem. Purbeckensis* de Forbes me remit en mémoire les fragments d'*Hemicidaris* des calcaires de Salins; mais je fus obligé de renvoyer tout cela à une autre époque, car au lieu de revenir en France, je m'embarquai quelques jours après à Liverpool pour traverser une cinquième fois l'Atlantique. Depuis mon retour, j'ai fait en 1855 quelques recherches aux environs de Salins, mais je n'ai pu retrouver ces débris d'*Hemicidaris*. J'en étais là dans l'indécision de savoir si le fossile de Forbes se trouvait dans le Jura oui ou non, lorsque je reçus la *Notice sur l'étage portlandien de Gray*, par Perron, dans laquelle il cite un oursin qu'il rapporte

avec doute au genre *Hemicidaris*. J'écrivis de suite à M. Perron de faire bien attention à cet oursin, et de voir si ce ne serait pas l'*Hem. Purbeckensis*. Quelle n'a pas été ma satisfaction lorsque, il y a quelques semaines, M. Etallon, le savant auteur de l'*Esquisse géologique sur le Haut-Jura des environs de Saint-Claude*, est venu me dire que Perron et lui avaient reconnu que cet *Hemicidaris* de Gray était l'*Hem. Purbeckensis*, qu'il n'était pas même une variété, comme ceux cités par Cotteau, mais bien identiques en tous points au type d'Edouard Forbes, que de plus il était commun dans les environs de Gray, ce qui est bon à noter, et qu'enfin ils en avaient trouvé avec ses radioles ou piquants attachés après le test. Le gisement de ce fossile à Gray est dans la partie inférieure des calcaires de Salins dans l'assise n° 9 de la coupe générale de Perron (voir p. 23 de sa *Notice portlandienne*, etc.) à une distance de 30 à 35 pieds à partir des marnes de Salins. Depuis, j'ai eu des communications qui me font penser que l'*Hem. Purbeckensis* se trouve à Porrentruy, à Montbéliard et à Besançon, mais je n'en suis pas sûr; c'est comme pour les environs de Salins. Seulement je ne puis m'empêcher de dire ici que sa découverte, dans ces quatre localités classiques des calcaires de Salins me paraît une certitude.

J'ai dit que Forbes avait rencontré ce célèbre *Hemicidaris* à la partie supérieure du *Cinder bed;* je pense qu'il ne sera pas inutile de donner une description très-abrégée du Purbeck, afin de se faire une idée précise de ce groupe. Forbes a divisé les *Purbeck beds* en trois sous-groupes, voir fig. 4, qui se superposent régulièrement les uns aux autres, et dont le tout repose en concordance de stratification sur le Portland stone. La division inférieure ou *Lower Purbeck*, a une épaisseur moyenne de 70 pieds; elle est composée exclusivement de roches d'eau douce ou déposées dans des eaux saumâtres, surtout calcaires vers la base et marneuses vers le sommet; et renfermant deux ou trois petites couches appelées *dirt bed* (couches boueuses),

par les ouvriers des carrières, et qui ne sont autres que des couches du *sol végétal*. Un de ces *dirt beds* du Lower Purbeck est plus célèbre et plus considérable que les autres ; c'est celui qui se trouve à 10 pieds de la base de la division, et qui renferme les racines et tiges de ces grands cycadées décrits par Buckland sous les noms de *Cycadeoidea megalophylla* et de *Cycadeoidea microphylla* (voir : *On the Cycadeoidea found in the oolite quarries of the isle of Portland*, London, 1828). Les débris d'animaux que l'on rencontre dans le lower Purbeck appartiennent aux genres *Lymnæus*, *Cyclas*, *Cypris*, etc.

La division moyenne ou *Middle Purbeck*, a une épaisseur d'à peu près 40 pieds ; au point de vue paléontologique, c'est la plus remarquable des trois. A la base se trouvent des calcaires renfermant des impressions de feuilles de plantes et des *Lymneus*, *Cyclas*, et la *Physa Bristovii* Forb. ; puis, à une hauteur de près de 8 pieds, on trouve le *dirt bed*, de couleur noire, ayant seulement six pouces d'épaisseur ; ce *dirt bed*, ainsi que le fait très-bien remarquer Lyell, ne représente pas un ancien sol végétal, comme son nom semblerait l'indiquer, mais il contient un véritable *ossuaire* des vertébrés jurassiques ; en un mot, cette couche paraît être les catacombes des animaux terrestres qui vivaient dans l'Angleterre de l'époque purbeckienne. W.-R. Brodie est le premier qui découvrit dans cette couche, en 1854, sur la côte derrière la pointe de Swanage, une mâchoire d'un petit mammifère de la classe des insectivores, appelée par R. Owen *Spalacotherium*. Un homme riche, ami de la science, S. H. Beckles, après une consultation avec sir Charles Lyell, fit faire dans le cours de l'année 1857 des excavations à Durdlestone bay, dans un endroit des plus escarpés, et qui porte aujourd'hui le nom bien mérité de *Beckles'cutting*. Après neuf mois de travaux, Beckles est parvenu à découvrir une surface de près de 7000 pieds carrés de ce *dirt bed*, en faisant enlever, bien entendu, des milliers de tonnes de matériaux ayant, dans quelques endroits, jusqu'à 52 pieds

d'épaisseur. Dans cette surface, mise à découvert, grâce aux exertions continuelles et des plus généreuses de M. Beckles, cet observateur heureux autant que libéral a recueilli des coquilles appartenant aux genres *Paludina*, *Planorbis* et *Cyclas*, et cela en abondance ; quelques insectes, des reptiles (tortues, lézards, etc.) par centaines, et enfin Beckles a eu le bonheur d'y trouver les débris d'au moins quatorze espèces différentes de mammifères. Lyell, dans son *Supplement to the fifth edition of a Manual of Elementary geology*, a déjà donné une esquisse de ces découvertes, en en faisant ressortir, avec ce talent si supérieur qui le distingue, toutes les conséquences philosophiques et vraies au point de vue de l'histoire de la vie sur la terre. Une description complète des résultats obtenus par Beckles paraîtra bientôt dans les *Transactions of the Geological Society of London*.

A peu près à vingt-cinq pieds de distance de ce *dirt bed* avec mammifères, on rencontre le célèbre *Cinder bed*, ayant douze pieds d'épaisseur, et contenant toute une faune marine. Cette couche est formée d'un calcaire extrêmement dur, et qui renferme une grande quantité de fossiles, surtout à la partie supérieure, mais qu'il est très-difficile d'obtenir en bon état à cause de la dureté de la roche. Forbes, qui avait consacré les dernières années de sa vie à une étude très-détaillée des formations d'eaux douces de l'Angleterre, a recueilli la plus belle collection de fossiles du *Cinder bed* des environs de Swanage qui ait encore existé ; malheureusement pour la science, Forbes est mort au milieu de sa brillante carrière, en ne laissant pour ces couches de Purbeck que des matériaux incomplets et presque impossible à coordonner. Dans tous les cas, il y a à présent deux espèces bien déterminées de ce *Cinder bed*, savoir l'*Hemicidaris Purbeckensis* Forb., et l'*Ostrea distorta* Sow. ; de plus, il y a deux autres *ostrea* (*bulla* et *Purbeckensis*), la *Perna Austenii*, des *Cardium*, etc., mais qui sont moins connus. Le Middle Purbeck se termine par des

calcaires d'eau douce avec *Cypris*, calcaires qui contiennent des couches formées dans l'eau saumâtre avec *Modiola*, *Corbula*, etc.

Enfin, l'*Upper Purbeck*, qui a une épaisseur moyenne de 25 pieds, est exclusivement formé de roches déposées dans l'eau douce, et qui contiennent en abondance des *Paludina*, *Physa*, *Planorbis*, *Lymneus*, *Cyclas*, *Unio*, *Cypris*, etc., appartenant à des espèces toutes différentes de celles qui se trouvent dans les divisions inférieures. C'est de l'*Upper Purbeck* que l'on extrait ces belles pierres polies connues sous le nom de « marbre de Purbeck. »

D'après Forbes, toutes les coquilles fossiles d'eau douce qui se trouvent dans le Purbeck, ont les plus grandes ressemblances avec les espèces vivantes actuellement dans le sud de l'Angleterre, et à les voir sans connaître leurs gisements, il serait impossible de penser qu'elles appartiennent à un âge si éloigné de notre époque actuelle.

Le groupe de Purbeck, dans le Dorsetshire, est donc une formation fluvio-marine, contenant une faune différente de la faune trouvée dans les calcaires de Salins. Jusqu'à présent, il n'y a de commun entre ces deux faunes que l'*Hemicidaris Purbeckensis*. En se basant sur ce seul fossile, et regardant dans chaque pays les groupes dans lesquels il se trouve comme formant un tout, ce qui est du reste parfaitement vrai, on est conduit à regarder le *Calcaire de Salins* comme étant l'équivalent marin des *Purbeck beds*. Cette conclusion paraît d'autant plus probable que : 1° La faune des calcaires de Salins ne contient qu'une espèce certaine des *Roches* de Portland, savoir le *Trigonia gibbosa*; les deux autres espèces citées par Perron, qui sont la *Lucina portlandica*? Sow. et la *Natica elegans*? Sow., ne sont données par lui qu'avec doute ; 2° cette *Trig. gibbosa* se trouve à Portland, dans la dernière couche ou « *Roche* » du groupe; 3° dans le Jura, la *Trig. gibbosa* se retrouve, mais seulement à la base des calcaires de Salins; 4° l'*Hemicidaris*

Purbeckensis a son gisement dans le *Calcaire de Salins*, au quart de la hauteur à partir de la base, tandis que ce même fossile se trouve dans le *Purbeck beds* aux deux tiers de la hauteur aussi à partir de la base; et enfin 5°, parce que, jusqu'à présent, les échinides ont été regardés comme beaucoup plus fixes dans les strates que les acéphales et les gastéropodes, et qu'on peut dire qu'avec les céphalopodes, les échinodermes partagent la faveur d'être les meilleurs leitmuscheln (*coquilles guides*) découverts par les géologues. Pour indiquer cette conclusion d'équivalence, j'ai joint sur les sections théoriques, par une ligne ponctuée, la surface supérieure de la dernière assise des calcaires de Salins, avec la dernière assise du groupe de Purbeck.

Depuis que Forbes a replacé le groupe de Purbeck dans le terrain jurassique, l'étage wealdien ne contient plus que deux groupes, savoir : l'*Hastings sands* et le *Weald clay*. En Angleterre, on n'a pas reconnu de discordance de stratification entre le Purbeck et l'Hastings, mais la distribution géographique, si différente du Purbeck et du Wealden, indique tout au moins des changements considérables qui ont dû survenir dans les régions du sud-est de la Grande-Bretagne lors de ces divers dépôts.

Le groupe des sables d'Hastings a une épaisseur moyenne d'environ mille pieds. Il se divise en quatre sous-groupes : 1° les *Ashburnham beds* ayant cent pieds d'épaisseur, et contenant surtout des coquilles du genre *Cyclas*; vers la partie supérieure, on trouve à Pounceford, dans une couche de calcaire, la *Corbula alata* Sow. (le genre *Corbula* appartient à des espèces marines ou tout au moins d'eau saumâtre) ; 2° les *Worth sands* renferment surtout des débris de fougères ; 3° les *Tilgate beds* qui se subdivisent eux-mêmes en trois parties ; c'est dans leur division moyenne que le docteur Mantell a recueilli, en profusion, ces animaux extraordinaires qu'il a décrits sous les noms d'*Iguanodon*, *Megalosaurus*, *Plesiosaurus*,

Crocodile, ainsi qu'une grande quantité d'*Unio*, *Paludina*, etc., de plantes terrestres, de tortues terrestres et marines, et de dents et d'écailles de poissons; parmi les poissons je citerai l'*Asteracanthus granulosus* Egert., qui vient d'être trouvé par le docteur Campiche à Sainte-Croix; 4° enfin les *Horsham beds*, contenant une assez grande quantité de petites couches de lignite, termine les Hastings sands.

Le groupe de l'argile de Weald a une épaisseur moyenne de 280 pieds; il est formé entièrement de dépôts fluvio-marins comme l'Hastings sands, et contient des débris de reptiles, d'insectes, de *Cypris*, de *Paludina*, etc. Vers la partie moyenne, on trouve intercalé dans les argiles des lits d'un calcaire, connu sous le nom de *Marbre de Sussex*, qui contient une grande quantité de paludines.

Par-dessus le *Weald clay*, commencent les premières assises du groupe du *Lower green sand*, formant la première division de l'étage des grès verts. M. Eugène Renevier, dont j'ai déjà eu l'occasion de citer les études approfondies et heureuses pour les grès verts de la Perte-du-Rhône a poursuivi ce genre de recherches en Angleterre, et dans une notice très-brève (voir *Note sur quelques points de la géologie de l'Angleterre*, Lausannne, 1856), il a annoncé le résultat de ses comparaisons entre la Perte-du-Rhône et les falaises du sud de l'Angleterre. Ces résultats sont, que le *Lower green sand* n'est pas l'équivalent de l'étage néocomien, mais correspond exactement au groupe *aptien* de la Perte-du-Rhône, et que les *Perna beds*, *Atherfield clay*, et les *Crackers*, formant les couches inférieures du *Lower green sand* renferment une faune ayant les plus grandes analogies avec celle qui se trouve dans les couches aptiennes inférieures, que Renevier nomme *groupe rhodanien*; ce qui conduit naturellement à regarder dans la célèbre section du *Lower green sand* d'Atherfield dans l'île de Wight (voir: *A stratigraphical account of the section from Atherfield to Rocken end*, etc., by W. H. Fitton; dans le *Quart. Journ. of the Geol.*

Soc. of London, vol. III, p. 289), les couches numérotées depuis 1 jusqu'à 10, et se terminant au *Brown clay* des *Crackers*, comme étant les équivalents du groupe rhodanien de la Perte-du-Rhône. J'adopte d'autant plus volontiers ces conclusions et opinions de M. Renevier, qu'elles s'accordent complétement avec le petit nombre d'observations très-superficielles que j'ai eu l'occasion de faire en Angleterre en 1851 et 1852.

En admettant la réalité du synchronisme des calcaires de Salins avec le groupe de Purbeck, il s'ensuit que le néocomien du Jura doit être le représentant marin du wealden, et que cette formation des environs de Neuchâtel achève de combler le grand iatus qui existe en Angleterre dans la série des dépôts marins. Jusqu'à présent il n'y a encore que deux fossiles identiques communs au néocomien du Jura et au wealden d'Angleterre, savoir la *Corbula alata* Sow. trouvée à Villars-le-Lac, à Pounceford, près de Burwash, et l'*Asteracantus granulosus* Eger. recueilli à Sainte-Croix et à Tilgate. Ces deux fossiles ont, dans le Jura, leurs gisements dans le néocomien inférieur ou groupe de Sainte-Croix, et en Angleterre, dans l'Ashburnham beds et la division moyenne des couches de Tilgate, ce qui peut faire supposer que le néocomien inférieur est l'équivalent des couches fluvio-marines des Ashburnham beds, Worth sands et Lower and Middle divisions des Tilgate beds; cette supposition reçoit encore quelques degrés de vraisemblance de plus, si l'on fait attention que dans la Limonite de Métabief on a trouvé, avec l'*Asteracantus granulosus*, une tortue, des vertèbres de crocodiles, *Plesiosaurus*, etc., et que cette division du Jura, par sa richesse en vertébrés et en chéloniens, présente tout au moins une association de fossiles ayant des analogies avec celle si remarquable de la division moyenne de la forêt de Tilgate. J'ai indiqué cette équivalence douteuse entre le néocomien inférieur et la partie du wealden dont je viens de parler, par une ligne ponctuée partant du

sommet de la Limonite de Métabief et aboutissant au sommet de la division moyenne des couches de Tilgate, voir la planche.

Quant aux néocomiens moyen et supérieur, il y a de grandes probabilités pour penser qu'ils sont les équivalents marins de la division supérieure des Tilgate beds, des Horsham beds et de tout le Weald clay, mais ce synchronisme ne peut se baser sur aucun fait paléontologique connu jusqu'à présent, et ce n'est que par la position stratigraphique que l'on peut dire avec quelques chances de vérité que les couches fluvio-marines anglaises représentent les couches marines neuchâteloises.

Renevier, dans sa *Note sur les fossiles d'eau douce inférieurs au terrain crétacé dans le Jura,* exprime l'opinion que les marnes de Villars sont parallèles et les équivalents des Purbeck beds; je pense que, dans les observations qui précèdent, il y a plusieurs objections assez graves à cette manière d'envisager la question. De plus, j'ajouterai que la *Corbula alata* Sow. citée par Fitton dans le Purbeck au-dessus du *Cinder bed* paraît être une autre espèce, du moins d'après les observations de Forbes; et Morris, dans son *Catalogue of British fossils*, seconde édition, adoptant l'opinion de Forbes, ne cite la *Corbula alata* que dans l'Hasting sands. Quant à la *Physa Bristovii*, que Renevier reconnaît avec certitude, je ferai d'abord remarquer que c'est un fossile d'eau douce, et que nous connaissons bien peu les lois qui ont régi l'extinction des coquilles qui les habitent; de plus, cette identification a été faite par M. Renevier sur une figure d'un *Manuel élémentaire de géologie*, où cette figure n'est accompagnée d'aucune description (voir *Lyell Manual*, 1855, p. 296, fig. 338), ce qui laisse tout au moins dans l'esprit du lecteur quelques doutes sur la réalité de cette détermination; doutes que j'exprime surtout en voyant que Phillips, dans son *Manual*, 1855, p. 349, fig. 277, donne aussi une figure de ce même *Physa Bristovii* qu'il est difficile de reconnaître comme étant la même que celle figurée par Lyell.

En écrivant ce petit travail sur le néocomien, je n'ai eu nullement la prétention de donner une description complète de cette formation dans le Jura, et encore moins de trouver ses équivalents véritables parmi les strates de la Grande-Bretagne; mon but a été simplement de faire sortir ces questions de l'espèce d'ornière où elles se trouvent placées dans l'*Histoire des progrès de la géologie*, en proposant : 1° un tableau ou cadre qui puisse comprendre les détails d'une description minutieuse des couches néocomiennes du Jura, et 2° en essayant de planter trois ou quatre jalons qui pourront peut-être servir un jour pour arriver à en reconnaître les équivalents dans le pays classique de la géologie stratigraphique, c'est-à-dire dans le sud de l'Angleterre.

Zurich, le 8 décembre 1858.

SUR LA CONSTITUTION DE LA DÉCHARGE LUMINEUSE ÉLECTRIQUE

PAR M. RIESS.

(Extrait des *Comptes rendus de l'Acad. royale des sciences de Berlin.*)

Dans la séance du 18 novembre 1858 de l'Académie de Berlin, M. Riess a lu un mémoire important sur la constitution de la décharge électrique dans les milieux solides, liquides et gazeux. La première partie de ce mémoire a pour objet les recherches par lesquelles M. Riess a complété ce qui est relatif aux décharges dans les liquides. La seconde partie est un résumé des travaux de l'auteur sur ce même sujet; M. Riess y expose les propriétés générales de la décharge lumineuse et y établit l'analogie qu'elle présente dans sa constitution lorsqu'on la considère dans des milieux solides, liquides ou gazeux ; un extrait ne pourrait donner qu'une idée très-incomplète de cette

analyse remarquable; aussi donnons-nous en entier la traduction de cette seconde partie à la suite d'un extrait de la première.

PREMIÈRE PARTIE.

DE LA DÉCHARGE ÉLECTRIQUE DANS LES LIQUIDES.

On peut comprendre sous la désignation générale de *décharge lumineuse* (Funkenentladung) toutes les décharges qui sont accompagnées dans les gaz et dans les liquides de phénomènes lumineux et qui produisent dans les corps solides l'incandescence, la fusion et la volatilisation. C'est dans les corps solides que les effets de ces décharges sont le plus propres à manifester leur mode de propagation. Lorsqu'une décharge ordinaire ou *continue* traverse un circuit métallique, chaque point prend successivement l'état électrique du point qui le précède et le transmet à celui qui le suit. Lorsque la décharge *lumineuse* se produit, la transmission de la décharge s'opère directement entre des sections du conducteur situées à des distances finies les unes des autres, sur un certain nombre de points du circuit; ces points, qui sont désignés par M. Riess sous le nom de points d'intermittences (Intermittenzstellen), sont ceux où se manifestent les inflexions anguleuses que l'on observe alors, et ce mode de propagation constitue la décharge *discontinue*.

Les décharges lumineuses, soit dans les gaz, soit dans les liquides, bien qu'elles soient toujours accompagnées de phénomènes extérieurs semblables, produisent des effets calorifiques qui dénotent une constitution variable. En effet, la loi qui permet de calculer la chaleur développée dans une portion du circuit (fil du thermomètre électrique) traversé par une décharge, ne comprend évidemment la variation des divers éléments de la décharge qu'autant que cette variation ne produit pas un changement dans sa constitution. On sait que cette loi se vérifie très-exactement dans le cas général; et par conséquent, lors-

qu'en faisant varier certains éléments de la décharge on trouve des résultats successifs qui s'éloignent notablement de ceux que donne le calcul, on est fondé à admettre que la constitution de la décharge a changé. Dans les liquides surtout ces effets sont remarquables. M. Riess les avait déjà étudiés en faisant varier la conductibilité du liquide et la dimension relative des électrodes ; il résultait de ces recherches que la décharge *discontinue*, qui est celle où le mode de propagation de l'électricité à travers le liquide produit dans le reste du circuit les effets calorifiques et mécaniques les plus intenses, a lieu pour une charge de la batterie d'autant plus faible que le liquide est moins bon conducteur pour la décharge *continue*, et que l'électrode positif est plus petit par rapport à l'autre. Il restait à chercher comment la constitution de la décharge dans le liquide dépend de la charge de la batterie et de la distance des électrodes, et c'est l'objet des recherches exposées dans ce mémoire. Avant d'entrer dans le détail de ses expériences, M. Riess remarque qu'il y a deux méthodes pour constater le changement de la décharge. L'une consiste à observer directement la décharge dans le milieu liquide et à constater des modifications dans son aspect, mais cette méthode repose sur l'observation d'un phénomène de durée inappréciable, et n'est pas susceptible de rigueur. L'autre consiste à observer la chaleur développée dans le fil du thermomètre électrique intercalé dans le circuit et à constater que les résultats successifs suivent ou ne suivent pas la loi du réchauffement.

§ 1. *Changement dans la décharge lumineuse produit par la variation de la charge de la batterie.*

Les recherches précédentes avaient montré qu'au moins l'un des deux électrodes ne doit présenter qu'une très-petite surface pour que ces phénomènes soient bien tranchés.

1° *Les électrodes sont identiques.* — Ce sont des fils de platine soudés dans des tubes de verre de façon qu'une section

de $\frac{1}{6}$ de ligne de diamètre soit seule en communication avec le liquide. Le liquide employé est une dissolution de 1 partie de sel de cuisine dans 805 d'eau distillée. Le circuit renferme un thermomètre électrique très-sensible. La charge des bouteilles de la batterie dont on peut faire varier le nombre est mesurée par une bouteille électrométrique dont les sphères sont distantes de $\frac{1}{2}$ ligne. Nous rappelons la formule du réchauffement : $w = \frac{aq^2}{s}$, où q est la quantité d'électricité dont on charge la batterie, s la surface et a un coefficient qui reste constant dans une même série d'expériences, puisque le circuit reste le même. On observe le thermomètre électrique et on compare les résultats avec ceux du calcul.

Cinq séries d'expériences ont été faites dans ces conditions. En laissant dans chacune d'elles la distance des électrodes constante, et en faisant varier soit q soit s séparément et ensemble, M. Riess est arrivé aux conclusions suivantes. L'augmentation de charge de la batterie produit un changement dans la nature de la décharge, et cela par une charge d'autant moindre que les électrodes sont plus éloignés. C'est l'augmentation de la densité seule, c'est-à-dire du rapport $\frac{q}{s}$ qui détermine ce changement. La décharge plus faible se distingue quelquefois de la plus forte à la couleur jaunâtre de l'étincelle et au bruit sourd qui l'accompagne.

2° *Les électrodes sont l'un un fil comme précédemment, l'autre une petite sphère de laiton de* 4 $^5/_{12}$ *lignes de diamètre ; ils sont distants de* 0,8 *lignes, et le liquide est une dissolution de* 0,124 *de sel dans* 100 *d'eau.*

Une première série d'expériences montrent que si le fil est l'électrode positif, on n'obtient les mêmes résultats qu'avec des électrodes égaux.

Dans une seconde série, le fil est l'électrode négatif, et il arrive alors qu'en faisant croître la charge de la batterie, la

décharge, après avoir changé une première fois de nature, redevient faible, puis de nouveau plus forte.

Le tableau suivant montre à quel point ce phénomène est caractérisé.

Valeur de q. . . .	10	12	14	16	18	20	22	24	26
Chaleur développée dans le circuit. . .	6,3	11,6	16,3	21,5 |	6,8	9,6	12	14,7	18,3

Le trait vertical sépare les deux résultats qui comprennent entre eux le second changement de nature de la décharge. Un changement d'aspect de l'étincelle également caractéristique, se produit en même temps.

D'autres séries d'expériences ont montré que ce phénomène ne dépend non plus que de la densité de l'électricité de la batterie. — Il ne peut être reproduit ni dans l'eau distillée, ni dans l'eau contenant plus de 0,163 p. °/₀ du sel; dans l'eau contenant 0,124 p. °/₀, la distance des électrodes doit être comprise entre $\frac{1}{2}$ ligne et 1 ligne.

L'auteur fait observer l'analogie que présente ce phénomène avec celui qui est connu sous le nom de pauses électriques. Il a lui-même montré qu'en approchant graduellement la pointe d'un cône d'une sphère mise en communication avec la machine électrique, ce qui revient à augmenter la densité de l'électricité, la décharge change de nature et ne donne plus d'effets calorifiques appréciables dans le circuit qu'on lui fait traverser.

§ 2. *Changement dans la nature de la décharge lumineuse produit par la variation de la distance des électrodes.*

Dans une première série d'expériences, les électrodes sont deux plaques rectangulaires de laiton, placées en face l'une de l'autre dans un vase rectangulaire, et complétement immergées dans de l'eau contenant 0,124 p. °/₀ de sel. On fait varier la distance de deux lignes à 3 pouces, et on trouve la chaleur dégagée dans le thermomètre. Les résultats de l'obser-

vation s'accordent avec ceux que l'on déduit de la formule :

$$w = \frac{1,746}{1+3,556.\,l} \times \frac{q^2}{s}$$

où l est la distance des électrodes. Il n'y a pas trace d'étincelle. Ainsi la formule ordinaire est susceptible de s'appliquer au cas où la décharge se propage d'une manière continue à travers un liquide. Toutefois, l'auteur observe que la formule ne signifierait rien, en y faisant $l = o$, c'est-à-dire qu'il y entre un élément constant avec le circuit. En effet, la durée des décharges prise pour unité dans la formule comprend, outre le temps qu'elle met à traverser le circuit métallique, celui qu'elle prend à passer des électrodes dans le liquide, ou en d'autres termes, il y a une résistance spéciale provenant des électrodes, qui est comprise implicitement dans la formule.

Une seconde série d'expériences montre que cette résistance spéciale est d'autant plus grande que la surface des électrodes est plus petite. Les électrodes sont des disques de laiton de 11 lignes de diamètre, et la détermination des coefficients de la formule donne $w = \frac{1,037}{1+1,7\,l} \times \frac{q^2}{s}$. Le numérateur est plus petit, ce qui montre que la résistance prise comme unité est plus considérable.

Dans une troisième série, les électrodes sont des disques de 4 $\frac{1}{8}$ lignes de diamètre. Il faut alors employer des charges intenses pour obtenir des effets calorifiques appréciables, et l'auteur conclut des valeurs de w que le temps que met la décharge à passer des électrodes dans le liquide est beaucoup plus considérable que précédemment. Soit qu'on fasse varier la charge, soit qu'on fasse varier la distance des électrodes, les observations ne peuvent plus se calculer exactement. En outre, de petites étincelles se produisent dans le voisinage immédiat des électrodes.

Pour obtenir des résultats plus tranchés, M. Riess emploie de nouveau les fils pour électrodes. En renouvelant les mêmes

variations de distance des électrodes pour une série de charges différentes, il obtient un tableau à double entrée :

Distances des électrodes.	$^1/_2$	1	1 $^1/_2$	2	2 $^1/_2$	lignes.
Quantités d'électricité.	Chaleurs observées.					
6	21,5	7,7	0,5	0,7	0,7	
8	37,7	33,2	1,8	1,0	1,2	
10	61,7	54,5	21,7	2,0	2,5	
12	—	—	57,2	57	3,4	

Chaque colonne verticale montre que pour une distance constante des électrodes, la faible décharge remplace la forte décharge, lorsque la charge diminue ; chaque colonne horizontale, que pour une charge constante, l'éloignement des électrodes produit le même effet. Ainsi pour chaque charge de la batterie, il y a un éloignement des électrodes, qui correspond dans les liquides à ce qui est la portée explosive dans l'air.

La différence des aspects de l'étincelle dans les divers cas que renferme le tableau ci-dessus est importante à constater. Pour une distance petite des électrodes, l'étincelle de la faible décharge est seulement jaunâtre et produit un son moins éclatant ; mais pour des distances plus considérables, il devient évident que tout le volume liquide n'est pas également lumineux, et qu'il l'est davantage dans le voisinage des électrodes, et si la distance est de 2 lignes à 2 lignes $\frac{1}{2}$, on voit clairement un espace obscur au milieu.

Dans une dernière série d'expériences, la même méthode a été suivie; seulement les électrodes étaient différents, de telle sorte que le tableau qui en représente les résultats montre, de plus que celui qui précède, l'influence du sens du courant sur la nature de la décharge et aussi le phénomène spécial de retour dont il a déjà été question. En outre, il fait voir que la distance des électrodes n'a presque pas d'influence sur les effets calorifiques produits par la faible décharge.

§ 3. *Action locale des décharges lumineuses dans les liquides.*

L'action locale de la décharge lumineuse varie dans le même sens que ses effets calorifiques dans le reste du circuit. Un tube en papier, recouvert d'un verre isolant, a été disposé dans un vase renfermant de l'eau salée avec les deux électrodes dissemblables, le fil et la sphère, à ses deux ouvertures. Le fil servant d'électrode négatif, on a fait passer deux fois au travers du circuit une charge 14 distribuée sur 3 bouteilles, et on a observé au thermomètre les quantités de chaleur 2,3 et 2,4. Le papier n'a pas été endommagé. Le fil servant d'électrode positif avec la même charge, la chaleur observée a été 99 et le tube fendu. Les mêmes résultats ont été obtenus en changeant la nature de la décharge par le changement de la conductibilité du liquide, d'où il résulte que la désignation de *faible décharge lumineuse et de forte décharge lumineuse*, à laquelle on a été conduit par les effets calorifiques développés dans le circuit total, convient aussi à ces deux sortes de décharges au point de vue de leurs effets locaux.

SECONDE PARTIE.

§ 1. *Constitution de la décharge explosive dans les liquides.*

Les recherches qui ont fait l'objet de cette seconde partie, et qui comprennent un grand nombre d'expériences, permettent d'en déduire quelques considérations sur la constitution des décharges explosives de diverses sortes. Je commence par la *faible décharge lumineuse*, qui est la mieux caractérisée. On a vu que, si les deux électrodes sont éloignés de deux lignes, la faible décharge est reconnaissable à une place obscure située au milieu de l'espace traversé par la décharge, et c'est là un caractère dont l'importance est mise hors de doute par le fait qu'en augmentant la distance des électrodes, on obtient deux espaces lumineux de plus en plus séparés. L'étincelle simple ou double est terne, et a une couleur spéci-

fique; elle est jaune dans l'eau salée, rouge dans l'eau distillée, etc. Il résulte de ce qui précède que ce genre de décharge n'est discontinu que dans le voisinage des électrodes, et se propage d'une manière continue dans le reste de la couche liquide, mode de propagation qui n'est pas restreint au seul cas des liquides. D'après la couleur terne de l'étincelle, on peut supposer que la résistance au passage de la décharge des électrodes dans le liquide, est considérable, et la faible diminution que l'on observe dans la chaleur dégagée par le circuit lorsqu'on éloigne les électrodes, confirme cette supposition. On peut se représenter en général la décharge discontinue comme ayant lieu au travers d'un conducteur métallique interrompu d'un bout à l'autre à des intervalles très-rapprochés. Dans le cas de la faible décharge au travers d'un liquide, il faut supposer que ce conducteur n'est interrompu qu'à ses deux extrémités, et qu'un corps isolant susceptible de produire une résistance considérable est intercalé entre ces deux points; la longueur du conducteur n'aura alors que peu d'influence sur la durée de la décharge, et, par conséquent aussi, sur la quantité de chaleur développée dans le circuit.

On produit la faible décharge en augmentant la conductibilité du liquide, ce qui tend à rendre la décharge continue, ou en augmentant la distance des électrodes, parce qu'à chaque partie explosive, à travers le liquide, correspond une densité minimum de l'électricité de la batterie, au-dessous de laquelle la faible décharge a lieu, et les expériences suivantes ont montré d'un autre côté que, pour une distance donnée des électrodes et une densité d'électricité donnée, la production de la faible décharge elle-même nécessite une certaine résistance du liquide. Deux électrodes (fils) ont été disposés à une distance de 2 pouces $\frac{1}{2}$ dans un vase de verre large de 1 pouce, et rempli d'eau distillée jusqu'à une hauteur de 14 lignes. Trois bouteilles de la batterie chargées d'une quantité 10 d'électricité, ont produit la faible décharge et toutes les quantités

d'éléctricité moindres ont donné des décharges qui n'étaient accompagnées d'aucun phénomène lumineux. On a remplacé l'eau distillée par de l'eau contenant 0,124 p. °/₀ de sel de cuisine; la décharge avec étincelles a déjà été produite par la quantité d'électricité 2. Les électrodes ayant été disposés à la même distance respective dans un tube de 2,15 lignes de diamètre, on n'a pu obtenir la décharge avec étincelles, même avec la quantité d'électricité 26; dans l'eau salée, au contraire, la quantité 4 l'a produite.

L'aspect de l'étincelle brillante de la *forte décharge lumineuse* ne peut rien faire connaître de nouveau sur le mécanisme même de cette décharge. D'après son analogie avec celle qui se produit dans l'air, il n'est pas douteux qu'elle soit l'effet de la propagation discontinue de l'électricité dans toute la couche du liquide. La production considérable de chaleur dans le circuit montre clairement que, dans ce cas, le liquide n'exerce plus une résistance analogue à celle qu'il offre à la propagation de la faible décharge lumineuse, et le fait que la production de la chaleur est ici d'autant plus grande que le liquide est moins bon conducteur le prouve bien. Néanmoins, la chaleur développée dans le circuit diminue rapidement lorsque l'on éloigne les électrodes; elle varie à peu près en raison inverse de la distance des électrodes, s'ils sont dissemblables, variation qui ne pourrait être obtenue dans un circuit solide qu'en y interposant des conducteurs ayant des coefficients de résistance très-considérables. L'hypothèse que le liquide agit seulement comme une couche plus ou moins épaisse que la décharge est forcée de traverser est donc insuffisante, puisque des corps solides isolants que l'on intercalerait sur son chemin et qu'elle devrait percer, diminueraient la chaleur développée dans un rapport moindre que celui de leurs épaisseurs. Cette supposition n'expliquerait pas non plus la diminution rapide de la chaleur développée, que produit la diminution de la densité

de l'électricité de la batterie,, et aussi l'addition dans l'eau d'une très-faible proportion de sel ou d'acide.

Mais il y a une autre manière de concevoir ces phénomènes qui les explique mieux. On sait qu'en faisant passer une décharge discontinue au travers du fil métallique, le nombre des points d'intermittence augmente si la densité de l'électricité de la batterie augmente elle-même, ou si la longueur du fil diminue. On peut admettre de même que dans un liquide, le nombre de ces points où la décharge s'opère à distance et avec accompagnement de lumière, diminue lorsque la densité de l'électricité diminue ou que la longueur de la couche liquide augmente. Il est donc clair que la couche liquide doit avoir une influence sur la durée de la décharge lorsqu'on augmente sa longueur, non-seulement par le fait même de cette augmentation de longueur, mais aussi parce que les points d'intermittence s'éloignent de plus en plus les uns des autres. En second lieu, le nombre des points d'intermittence doit dépendre de la conductibilité du liquide, de telle sorte que ce nombre diminue lorsqu'on ajoute au liquide une substance susceptible de le rendre meilleur conducteur. C'est d'une manière analogue que la même décharge discontinue qui couvre de points d'intermittence un fil de platine, n'en produit qu'en quelques points dans un fil de cuivre des mêmes dimensions. La décharge discontinue nécessite une accumulation d'électricité en un grand nombre de points du liquide; comme cette accumulation doit être d'autant plus intense que le liquide est plus mauvais conducteur, la conductibilité détermine non-seulement le nombre des points d'intermittence, mais aussi la portée de la décharge en chacun de ces points. L'augmentation de conductibilité diminue l'un et l'autre, et l'on comprend ainsi la diminution si notable de la chaleur développée dans le circuit, que produit l'addition d'un sel ou d'un acide.

On peut donc concevoir comme il suit les différents modes de propagation de la décharge lumineuse au travers d'un mi-

lieu liquide. Pour un liquide donné et une distance donnée des électrodes, il y a une densité minimum de l'électricité de la batterie qui produit la plus forte décharge lumineuse à laquelle correspond le plus grand nombre de points d'intermittence. Si l'on diminue graduellement la densité, le nombre des points d'intermittence diminue aussi, et l'on obtient des décharges lumineuses plus faibles, qui ne se distinguent les unes des autres que par leurs effets calorifiques dans le reste du circuit. Enfin, si l'on diminue suffisamment la densité pour qu'il ne puisse pas y avoir d'accumulation d'électricité dans le liquide même, les points d'intermittence ne se produisent plus qu'aux électrodes; c'est alors la faible décharge lumineuse qui a lieu, et elle se distingue essentiellement des autres, aussi bien par son aspect que par ses effets calorifiques. La variation du mode de décharge produite par le changement de la distance des électrodes ou de la conductibilité du liquide, s'explique par le fait que la densité minimum, qui produit la plus forte décharge, est d'autant plus grande pour une conductibilité donnée, que la distance des électrodes est considérable, et si cette distance est constante que le liquide est moins bon conducteur. Quant à la substitution de l'un des modes de propagation à l'autre, produite par le renversement d'électrodes dissemblables, elle reste inexpliquée. La cause de ce fait remarquable est la même que celle de la diversité des phénomènes lumineux produits par les deux électricités, et elle restera tout aussi inconnue jusqu'à ce que nous possédions quelques notions sur la différence essentielle qui existe entre les deux électricités.

§ 2. *Constitution de la décharge lumineuse dans les corps solides.*

Lorsque les décharges d'une batterie atteignent une certaine intensité, elles exercent sur les corps solides qu'elles traversent des actions qui sont souvent accompagnées de phénomènes lumineux. Mais lors même que ceux-ci font défaut, il

y a un effet spécial qui distingue ces sortes de décharges, et il est surtout caractéristique lorsqu'on les fait passer au travers de fils fins. Dans des recherches sur l'incandescence et la fusion des fils, j'avais été conduit à admettre pour ces décharges un mode de propagation discontinu, et j'avais cherché à m'assurer qu'il est identique avec celui qui produit les phénomènes lumineux de l'électricité dans l'air et dans l'eau. Une connaissance plus approfondie de ces derniers phénomènes permet d'établir maintenant, d'une manière plus complète qu'on n'aurait pu le faire à cette époque, l'analogie qui existe entre les décharges électriques à travers différents milieux.

Pour produire une décharge lumineuse à travers un milieu, il faut une densité d'électricité de la batterie d'autant plus grande que la résistance des milieux est plus faible; pour la produire avec peu de densité, il faut donc que la résistance soit considérable; ainsi, dans des milieux dont le coefficient de résistance est très-grand, comme des liquides ou des corps solides isolants, la section peut être grande; dans des bons conducteurs, comme des métaux, il faut qu'elle soit très-petite. Un fil fin assujetti par ses deux extrémités à des conducteurs comparativement très-épais qui ferment le circuit, joue donc le même rôle que le liquide dans les expériences ci-dessus, et ses deux points d'attache doivent être considérés comme des électrodes. En augmentant graduellement la charge de la batterie, on arrive à produire d'abord ce qui correspond à la faible décharge lumineuse; elle est caractérisée par un petit nombre de points d'intermittence et par l'absence de tout phénomène lumineux; on reconnaît les points d'intermittence aux inflexions persistantes du fil, et ils se produisent indifféremment à des distances quelconques de ses extrémités. Dans le liquide, les points d'intermittence sont lumineux, et se produisent dans le voisinage immédiat des électrodes, ce qui s'explique par la

[1] *Comptes rendus de l'Acad. de Berlin*, 1845.

grandeur de la différence de conductibilité des électrodes et du liquide, tandis que cette différence est bien moindre entre le fil fin et les fils qui aboutissent à ses extrémités. Il existe une autre différence que l'on peut aussi facilement expliquer. Lorsque la décharge continue devient discontinue, la chaleur développée dans tout le circuit augmente dans le cas d'un fil et diminue dans le cas d'un liquide. Dans un liquide, la décharge se propage si lentement que l'augmentation de durée qui résulte de l'accumulation d'électricité en certains points, est plus que compensée par la diminution que produit dans cette même durée la propagation instantanée au travers de plusieurs couches du liquide. Dans un fil métallique, c'est l'inverse qui a lieu. J'avais déjà attiré l'attention sur ces effets opposés de la propagation discontinue, sur la durée de la décharge.

En augmentant la charge de la batterie, on obtient la seule décharge lumineuse qui se manifeste par l'incandescence du fil et un grand nombre de points d'intermittence. La charge de la batterie, la longueur du fil et sa conductibilité ont sur le nombre de ces points la même influence que les éléments correspondants dans le cas du liquide.

Si la décharge lumineuse atteint une intensité trop grande, le fil se déchire et se brise en éclats, de même que le liquide jaillit avec violence. Sous l'action de la décharge lumineuse la plus intense, le fil se réduit en poussière avec une forte détonation, comme un liquide renfermé dans un tube étroit serait complétement réduit en vapeur si on le soumettait à une forte décharge. L'éclair produit souvent l'expérience en grand, lorsqu'il réduit en vapeur la sève d'un arbre, et que cette vapeur enlève l'écorce et projette des morceaux de bois complétement desséchés et écaillés.

§ 3. *Constitution de la décharge lumineuse dans l'air raréfié ; stratification de la lumière électrique*

Les phénomènes lumineux que manifeste l'électricité en

traversant un milieu gazeux sont toujours l'effet d'une décharge discontinue que j'ai comparée à la décharge qui produit dans les fils métalliques l'incandescence et les inflexions. A l'air libre comme dans l'air raréfié, cette décharge peut avoir lieu suivant deux modes différents. Dans l'un des cas, les phénomènes lumineux sont différents aux deux électrodes, et la chaleur dégagée dans le circuit est très-faible ; je désigne ce mode de décharge sous le nom de *décharge avec lueur* (glimmende Entladung). Dans l'autre cas, un cylindre d'air étroit et étincelant joint les deux électrodes, comme le ferait un fil métallique, et la chaleur dégagée est considérable ; c'est un mode de décharge que j'ai appelé particulièrement la décharge discontinue. On voit l'analogie qui existe entre ces deux modes de décharge, et ceux que nous avons appelés la faible décharge et la forte décharge dans les liquides. Dans les deux milieux, les moyens par lesquels on peut produire le second mode au lieu du premier, sont l'augmentation de la charge de la batterie, le rapprochement des électrodes, et le changement de sens du courant de décharge si les électrodes sont dissemblables. Ce dernier moyen n'est efficace que dans l'air raréfié au-dessous de 30 lignes de mercure, et la forte décharge se produit, comme dans les liquides, lorsque le courant va du plus gros électrode au plus petit.

L'analogie de constitution des décharges lumineuses à travers les différents milieux trouve une nouvelle confirmation dans un phénomène remarquable. En général, la forte décharge est remplacée par une décharge plus faible, lorsqu'on augmente la conductibilité du milieu, et par là le nombre des points d'intermittence doit diminuer, et leur écartement augmenter. C'est ce qu'on voit facilement dans le cas des fils métalliques, à la simple inspection des inflexions qu'ils subissent. Dans le cas d'un liquide, on le conclut de la diminution trop rapide de la chaleur développée dans le circuit ;

[1] Elektricitätslehre, § 680.

mais si l'affaiblissement de la décharge était caractérisé par son seul aspect, on y devrait distinguer une série d'étincelles séparées les unes des autres. On peut attribuer l'absence de ce phénomène soit à la longueur peu considérable que comporte la décharge lumineuse, soit à son éclat. La découverte d'un nouveau phénomène lumineux que présente la décharge à travers les gaz est venue confirmer complétement cette manière de voir, et on peut chercher à l'expliquer en partant des données que nous avons maintenant.

L'air atmosphérique conduit très-imparfaitement la décharge continue, et l'on obtient facilement la décharge discontinue, avec une distance peu considérable entre les électrodes. En raréfiant l'air à un haut degré, on peut éloigner davantage les électrodes, parce que la décharge discontinue se produit d'autant plus facilement que l'air est moins dense. La conductibilité de l'air raréfié pour la décharge continue est d'ailleurs plus faible encore que celle de l'air sous la pression ordinaire, mais si on l'augmente graduellement par l'addition d'un gaz ou d'une vapeur, la forte décharge est remplacée par de plus faibles, et enfin par la faible décharge. Pour un certain degré de conductibilité du mélange, il se produit une décharge lumineuse dans laquelle les longueurs des espaces d'intermittences et celles des espaces où la décharge se propage d'une manière continue ont un rapport qui permet de distinguer ces espaces successifs, et c'est ce qui constitue le phénomène connu sous le nom de stratification de la lumière électrique. On rend le phénomène durable en se servant d'une succession rapide de décharges, mais il faut toujours prendre garde que le courant de décharge ne dépasse pas une certaine intensité; c'est pourquoi l'on ne peut employer avec la machine électrique que de très-petites étincelles, et si l'on se sert d'une bouteille de Leyde, il faut intercaler dans le circuit un fil humide. Avec l'appareil d'induction, la grande longueur du fil d'induction constitue déjà une résistance suffisante. Ainsi, la

stratification de la lumière électrique se déduit directement de la constitution des décharges lumineuses dans les solides et les liquides; elle doit être considérée comme provenant du même mode de propagation qui produit dans un fil métallique l'incandescence, les influences anguleuses et le déchirement en une quantité de petites parcelles; les sommets des angles des inflexions correspondent aux parties lumineuses de la colonne gazeuse et les côtés des angles aux parties obscures. La distribution des inflexions et le déchirement du fil ne se font pas d'une manière aussi régulière que la stratification du gaz, car un corps solide ne comporte jamais l'homogénéité parfaite d'un milieu gazeux.

On observe dans la colonne lumineuse certains effets qui ont de l'intérêt par eux-mêmes, et sont propres aussi à faire connaître le mécanisme de la décharge. L'addition d'un gaz ou d'une vapeur dans un volume d'air très-raréfié le rend plus conducteur; le degré de conductibilité qui convient le mieux à la production des stries dépend toutefois de la section du volume du mélange, c'est-à-dire de la section du tube qui le renferme. Un certain mélange qui donne les stries les plus distinctes sur un tube d'un certain diamètre, n'a plus le même effet dans un tube d'un autre diamètre.

L'influence remarquable que l'accumulation d'électricité nécessaire à ce mode de propagation exerce sur le gaz même, montre que cette accumulation est considérable. En effet, en appliquant un conducteur sur le tube, l'air intérieur est attiré, et, par conséquent, durant toute la décharge, la densité de la colonne gazeuse est plus grande dans la partie voisine du conducteur que du côté opposé. Or, le passage de la décharge n'étant possible qu'au-dessous d'un certain degré de raréfaction, la section de la colonne lumineuse doit diminuer; la formation plus distincte produite par l'approche d'un conducteur et l'attraction qu'il semble exercer sur la colonne lumineuse n'a donc rien d'extraordinaire.

L'action d'un aimant sur la colonne lumineuse doit s'expliquer de la même manière. Cette colonne tend à prendre une certaine position entre les pôles d'un aimant, comme le ferait un conducteur entièrement mobile, et le fait autant que le lui permet le vase qui la contient. Par conséquent, sous l'influence d'un aimant, la forme de la colonne gazeuse est modifiée ; sa section devient plus petite dans les parties où elle est mise en mouvement, et il en résulte des modifications dans la stratification de la lumière. Je rapporterai ici un seul exemple : le vase est formé par deux tubes de diamètres différents réunis l'un à l'autre, et la nature du gaz est telle que le phénomène de la stratification se manifeste seulement dans le tube le plus étroit. En disposant sur le tube le plus large un aimant en fer à cheval, le gaz intérieur est condensé pendant la décharge d'un côté ou de l'autre, et présente ainsi une plus petite section qu'auparavant ; il en résulte que ce tube se remplit de lumière stratifiée qui paraît repoussée vers l'un des côtés de la paroi. Si l'on applique l'aimant sur des points où les stries sont déjà distinctes, elles disparaissent. Ces phénomènes varient beaucoup avec la forme du vase, la conductibilité du gaz et sa nature chimique, avec l'énergie de l'aimant et sa position, mais on résume la plupart d'entre eux en disant que, sous l'influence de l'aimant, la forte décharge s'effectue en des points où elle n'avait pas lieu. Quant aux cas où, au contraire, la stratification est produite par l'aimant, on peut les expliquer ainsi : la condensation que l'aimant fait subir à la colonne gazeuse provoque directement la forte décharge, mais elle tend indirectement à l'empêcher de se produire, par le fait que cette condensation augmente la conductibilité du milieu. Là où cette conductibilité est encore très-éloignée de la limite qui ne permet plus à la forte décharge de s'établir, comme cela a lieu ordinairement, c'est l'effet direct qui l'emporte. Mais si, au contraire, cette conductibilité est voisine de cette limite, ou si la nature du mélange est telle que sa conductibilité aug-

mente rapidement avec la compression, ou si, enfin, on emploie un aimant puissant, une diminution dans la section de la colonne gazeuse peut produire la faible décharge là où la forte décharge avait lieu.

Il résulte de ce qui précède que la distribution des points d'intermittence de la colonne gazeuse est notablement modifiée lorsqu'on fait intervenir des actions extérieures, mais elle n'est pas non plus constante dans la décharge libre de toute cause perturbatrice. En effet, lorsqu'on fait passer une succession de décharges au travers de la colonne gazeuse, la position des parties lumineuses change en général, il en résulte, par une illusion semblable à celle du disque stroboscopique, que la lumière semble avancer.

Ce phénomène fait tomber l'hypothèse déjà peu plausible que la colonne gazeuse est partagée avant la décharge en couches successives, plus conductrices et moins conductrices. Ces couches ne se forment que pendant la décharge et, à ce que je crois, de la manière suivante : on sait que toute étincelle est accompagnée d'un mouvement de l'air avoisinant, par lequel les molécules gazeuses sont refoulés dans toutes les directions. Ainsi, le long du chemin que suit la décharge, les deux couches de gaz qui précèdent et qui suivent celle où se produit une étincelle, deviennent plus denses qu'elles ne l'étaient auparavant. Or, l'augmentation de densité rend le gaz plus propre à la propagation continue ; la décharge s'effectuera donc sans effet lumineux dans la couche condensée et l'étincelle ne se reproduira que lorsque la décharge sera arrivée dans une couche moins dense. D'après cela, chaque espace lumineux produit les deux espaces sombres voisins, et il suffit d'une première étincelle pour déterminer tout le phénomène. Je suppose que cette première étincelle a lieu dans le voisinage immédiat de l'électrode positif, en me fondant sur des expériences qui ont montré que l'accumulation d'électricité est la plus grande en ce point-là. Ceci explique en même temps

pourquoi la forme et l'épaisseur de l'électrode positif ont une grande influence sur la forme des stries. Dans le phénomène de la stratification, l'électrode négatif est couvert d'une lueur, et l'espace sombre s'étend entre cet électrode et la colonne lumineuse. Des recherches sur l'influence électrique (*Pogg. encl. Annal.* 104, 325) ont montré que l'accumulation d'électricité est faible dans l'espace obscur, et il paraît naturel de supposer qu'en cet endroit, la propagation est mécanique, c'est-à-dire s'opère par le mouvement des particules mêmes. En effet, la décharge avec lueur produite à l'air libre est toujours accompagnée d'un courant d'air (Faraday, 1834) et il est vraisemblable qu'il en est de même dans l'air raréfié. Je dirai toutefois que j'ai cherché sans succès à constater ce mouvement du gaz en mettant des fils de soie très-fins dans l'espace obscur, mais on ne peut rien conclure de l'absence de cette vérification, car la masse de l'air ($\frac{1}{2}$ ligne de pression) est très-faible comparativement à celle des fils de soie, et ceux-ci étaient peut-être en outre attirés par l'électrode négatif. En admettant une propagation mécanique de la décharge dans le voisinage de l'électrode négatif, on explique pourquoi l'action de l'aimant est beaucoup plus caractéristique dans l'espace obscur que partout ailleurs. Tandis que sur d'autres points de son parcours la décharge est seulement divisée par l'action magnétique, les molécules en mouvement dans l'espace obscur sont retenues par cette même action et constituent ainsi un milieu nouveau susceptible d'être traversé par la décharge.

La stratification de la lumière électrique a excité vivement l'attention dans ces derniers temps, et ce phénomène a été considéré comme inexplicable. Je crois avoir montré, par ce qui précède, que la stratification n'a rien en soi de plus extraordinaire que les phénomènes moins brillants de la décharge à travers les milieux solides et liquides, et qu'elle rentre avec eux dans une classe des effets de l'électricité.

FRAGMENT
SUR
L'HISTOIRE DE LA BOTANIQUE AU SEIZIÈME SIÈCLE

PAR LE D[r] ERNEST MEYER.

(Extrait du dernier volume de son *Histoire de la Botanique*, Geschichte der Botanik ; in-8°, vol. IV[me]. Kœnigsberg, 1857.)

Dans la préface de ce quatrième volume d'une histoire très-détaillée et fort érudite de la botanique, l'auteur, alors professeur à Kœnigsberg, rendait compte en octobre 1857 de ses projets au point de vue de l'achèvement de l'œuvre laborieuse qu'il avait entreprise et qu'il comptait terminer par l'étude des travaux de Robert Brown ; deux volumes au moins lui paraissaient nécessaires pour atteindre son but, et il invitait ses lecteurs à lui accorder le temps indispensable. Hélas ! le savant historien n'a pu disposer des années qu'il espérait ; la mort est venue l'enlever à la science et à ses intéressants travaux[1] ; le volume que nous annonçons sera donc le dernier de cette histoire de la botanique, et ce motif nous engage à en parler avec quelque détail.

Il commence au treizième siècle de notre ère et se termine

[1] Les premiers écrits de M. E. Meyer ont été sur la famille des Joncées, de 1819 à 1823. Plus tard il publia trois ouvrages peu étendus, mais très-intéressants pour la géographie botanique et la botanique descriptive : celui intitulé *De plantis Labradoricis libri tres* (Leipzig, 1830), et deux opuscules sur les plantes du Cap, *Commentarium de plantis Africæ australis quas collegit Drège* (1835 et 1837), et la préface des *Zwei Pflanzengeographische Documente, von J.-F. Drège* (Flora, 1843). Dans les dernières années, un affaiblissement rapide et prématuré de ses yeux l'avait obligé à renoncer aux travaux qui exigent des observations directes.

avec le seizième ; il est facile de comprendre, à la vue de ces dates, que la science telle que nous la connaissons aujourd'hui n'a que bien peu de choses à puiser dans les travaux des botanistes du temps, et que l'intérêt de ces travaux consiste essentiellement dans le spectacle des tentatives naissantes, des premiers et fort élémentaires développements, qui de loin ont préparé le terrain à de plus fructueux progrès ; encore même est-il nécessaire de faire ici une distinction ; ce mérite ne peut guère s'accorder qu'aux écrivains du dernier siècle étudié par notre auteur dans le quinzième livre de son ouvrage ; le douzième livre mentionne le retour et l'influence de la philosophie d'Aristote et rend compte des travaux d'Albert le Grand, évêque de Ratisbonne, l'un des plus célèbres éditeurs et commentateurs du philosophe Stagyrite, ramené alors par les relations avec les Arabes et avec les Grecs sur le sol d'Europe, où il devait acquérir une si grande autorité ; Albert le Grand est particulièrement affectionné par l'auteur qui a écrit sur les travaux du savant commentateur et qui le nomme son favori ; il n'est guère possible cependant de lui attribuer en botanique d'autre mérite que d'avoir en quelque sorte ressuscité cette science, soit en commentant les travaux de Nicolas de Damas à ce sujet (car on ne possède rien qui provienne directement d'Aristote en botanique) soit en y ajoutant ses observations propres, et composant un traité spécial *de Vegetabilibus* : il faut même dire que ces essais d'Albert le Grand eurent bien peu d'influence, et en cela nous pouvons nous appuyer sur l'autorité de M. Meyer ; il intitule en effet son treizième livre : *Nouveau sommeil de la botanique à peine interrompu par quelques faibles efforts*, et il ne compte au nombre de ces efforts que divers rapports des voyageurs qui parcoururent des pays extra-européens, et divers ouvrages où la botanique, quand elle y apparaissait, était toujours subordonnée à l'agriculture et surtout à la médecine ; quant au quatorzième livre, il a en vue les progrès de la littérature classique qui occupait alors tous les

esprits, et les rares incursions que les amateurs de cette littérature avaient l'occasion de faire dans le domaine des sciences naturelles ; quelques jardins botaniques, quelques collections de plantes sèches, et l'introduction de la gravure sur bois comme aide à l'étude des plantes, le tout essentiellement consacré aux progrès de la médecine, ce sont les seuls faits botaniques dignes d'intérêt que présente cette période : restent les travaux décrits par l'auteur dans son quinzième livre, travaux où la médecine ne possède plus une domination exclusive, où la botanique commence à s'étudier pour elle-même, et qui constituent en réalité une véritable renaissance pour cette science ; l'introduction placée en tête de ce livre nous a paru assez intéressante pour que nous ayons résolu de la citer textuellement ; elle est suivie d'une étude spéciale des auteurs qui se sont alors distingués et dont les noms sont demeurés classiques pour la plupart, surtout des Allemands, qui occupent dans cette portion de l'histoire botanique un rang dominant, et auxquels l'historien applique avec une juste satisfaction le titre de *Pères de la botanique* : dans cette étude on voit successivement figurer Brunsfels, Tragus, Fuchs, Cordus, Conrad Gessner, Lonicerus, Dodonæus, Clusius, Lobelius, Matthiolus, Durante, Lusitanus, Turner, Dalechamps, etc. La plupart de ces botanistes se sont fait remarquer par des gravures et par des descriptions de plantes, plus ou moins parfaites, plus ou moins nombreuses, s'appliquant à des végétaux plus ou moins rares et nouveaux ; sous tous ces points de vue, Cordus mérite une mention spéciale ; Conrad Gessner a donné le premier des analyses de fleurs, de fruits et de grains, en employant l'auxiliaire de verres grossissants, et en faisant sentir l'avantage de ces analyses pour établir les analogies des plantes ; Dodonæus a clairement énoncé la nécessité de découvrir une bonne classification pour les plantes ; Lobelius s'est efforcé d'accomplir ce vœu en partant du principe qu'il convient de s'élever des végétaux les plus simples aux plus composés ;

le même botaniste a semé le premier germe d'une géographie végétale en faisant observer l'analogie qui règne entre les plantes de montagnes dans les pays chauds et celles des plaines dans les pays froids; l'Italien Patrizzi a signalé la différence des sexes dans les végétaux, mais en faisant remonter l'honneur de la découverte aux écrits d'Aristote; tous ces travaux préparaient une époque plus vivante pour la botanique, et ne pouvaient qu'annoncer l'avénement de théories plus générales et en même temps plus directement appliquées à la science des plantes envisagée en elle-même.

Voici l'introduction de M. Meyer aux développements que renferme son quinzième livre.

« La période de développement de la botanique destinée à être traitée dans ce livre ne comprend qu'un demi-siècle; elle commence en 1530 avec Otto Brunfels, et déjà en 1583 s'élève une nouvelle période avec Andrea Cesalpini. Deux points sont surtout caractéristiques de la période que nous allons parcourir, savoir : les progrès accomplis par la science en dehors des limites de la thérapeutique, résultant de ce qu'on commença à considérer enfin les plantes *en elles-mêmes*, puis l'apparition d'un nouveau théâtre pour le nouveau développement, savoir : l'Allemagne restée jusque-là fort en arrière de l'Italie, et avec elle la Suisse et les Pays-Bas auxquels se rattache finalement l'Angleterre.

« La botanique générale en était restée aux œuvres d'*Albert le Grand*. Les rares auteurs qui s'en occupèrent après lui produisirent ses idées, comme Petrus de Crescentis, ou celles de Theophraste, comme Ruellius, et dans cette période Costaüs. Maranta fait seul dans cette période une honorable exception par son originalité, et cependant il demeura fort arriéré en ce qu'il n'estima les plantes dignes de considération qu'à titre de médicinales.

« En revanche la *botanique spéciale* fit des progrès notables à

mesure qu'on se défit du préjugé que les anciens avaient déjà épuisé l'ensemble du règne végétal.

« On aurait pu croire que rien ne devait anéantir ce préjugé plus rapidement et plus complétement que des voyages entrepris dans des contrées dont la flore était très-différente ; l'histoire témoigne du contraire. L'Orient resta encore le lieu préféré de ceux qui entreprenaient des voyages de découvertes botaniques, et leur but déclaré était justement de rechercher les plantes des anciens sur les lieux mêmes que ceux-ci avaient indiqués. Et jusque dans les voyages aux Indes orientales ou occidentales l'attention des premiers investigateurs s'arrêta presque uniquement aux plantes médicinales et nutritives, et on se figura même qu'on retrouverait au Brésil les plantes de Dioscorides. Les grandes découvertes géographiques, les conquêtes et les établissements des Portugais et des Espagnols dans les deux Indes, qui datent en grande partie du quinzième siècle déjà, et qui exercèrent sur toute l'Europe une influence incalculable, ne portèrent que peu de fruits ponr la botanique dans cette période.

« Il était réservé à notre Allemagne et aux contrées en rapport avec elles que nous avons déjà nommées, d'introduire enfin la botanique spéciale dans la bonne voie. On s'habitua toujours plus à diriger ses recherches sur les richesses végétales d'espaces limités et familiers; on eut de fait des *flores spéciales* quoique pour la forme elles différassent encore beaucoup de nos flores postérieures. En effet, à l'exception de Clusius, qui décrivit en deux ouvrages spéciaux les découvertes qu'il avait faites lui-même en Espagne, en Hongrie et dans les montagnes autrichiennes, excluant de ses descriptions toute contrée étrangère, les autres botanistes publièrent presque tous leurs flores spéciales sous la forme bizarre de livres généraux, renfermant tout le règne végétal connu ; en d'autres termes ils copièrent leurs prédécesseurs, mais ils enrichirent leurs ouvrages de descriptions plus soignées et souvent aussi de

dessins plus fidèles des plantes qu'ils avaient l'occasion d'observer plus exactement dans leur patrie même. Le nombre des plantes mieux connues s'accrut ainsi en peu de temps d'une manière extraordinaire. Il est vrai que la question principale, à chaque nouvelle découverte, fut longtemps encore de savoir si elle n'avait pourtant pas été déjà faite par les anciens, et si l'on se convaincait enfin de sa nouveauté, on se posait une seconde question ; quelles vertus médicales possède la plante? on acceptait avec crédulité ce que disaient sur ce point les bergers, les sorcières ou les charlatans, ou bien on s'épuisait en conjectures que l'on fondait sur l'odeur, le goût, ou même ce qu'on appelait la *signatura rerum*, dont nous apprendrons à connaître le plus haut développement chez Porta. Quelques-uns, comme Conrad Gessner, firent l'expérience des vertus médicales des plantes sur leur propre personne. Mais pour bien juger cette manière de faire, nous ne devons pas oublier que l'effet médicinal était souvent dans les descriptions défectueuses des anciens, le seul critère digne de quelque confiance. Ainsi, la science des plantes ne se dégagea pas, même en Allemagne, tout d'un coup de son long et habituel emploi au service de la science médicale, mais les liens se relâchèrent peu à peu : une plante qui ne se trouvait pas mentionnée par les anciens et à laquelle on ne savait attribuer aucune propriété médicale ne restait plus pour cela inobservée comme autrefois, et la foule de ces plantes-là s'augmentait d'année en année.

« Il n'en fut pas de même chez les Italiens qui avaient jusque-là dépassé toutes les nations en botanique. Bien que l'esprit d'observation fit aussi des progrès en Italie, ces progrès demeurèrent cependant singulièrement inférieurs, et cela pendant longtemps, à ceux de l'Allemagne. Ce phénomène peut en partie s'attribuer au hasard, qui fait surgir soudain des hommes remarquablement doués, capables de donner à la science une impulsion inattendue dans des conditions moins favorables ; l'Italie reprit, en effet, de nouveau dans la période immédia-

tement subséquente son ancienne prééminence, nous pouvons cependant, dans le cas qui nous occupe, indiquer quelques circonstances qui expliquent parfaitement le rapide essor de la botanique dans les contrées septentrionales. En Italie la littérature classique avait pour le moment séduit tous les hommes d'esprit, et jeté dans l'ombre tout autre intérêt. On choisissait même et on préférait les hommes d'Etat d'après la facilité et l'élégance de leur style cicéronien. Les principaux botanistes italiens attiraient l'attention sur la nature, enrichissaient la science de mainte observation originale; mais c'était moins par pur amour de la nature que dans l'espoir d'arriver par cette voie à une plus parfaite compréhension des anciens, comme le déclare entre autres très-ouvertement l'excellent Maranta. L'ardeur pour les études classiques s'était il est vrai propagée aussi en Allemagne, mais avec plus de mesure. Là, à une plus grande distance des contrées où les anciens avaient botanisé, on reconnut plus facilement que chaque pays possède sa flore particulière. Là se développa, à un point inconnu aux autres nations, un art natif du pays même, l'art de la gravure sur bois, qui eut une immense influence sur la science des plantes, et ne fut longtemps exercé que par des Allemands. Maintenant encore quelques-uns de ces ouvrages botaniques enrichis de gravures des meilleurs maîtres allemands du temps, font l'ornement des collections de connaisseurs aussi bien que de bibliothèques de botanistes. Puis nous ne devons pas passer sous silence la réformation, parmi les circonstances qui favorisèrent les progrès de la botanique allemande dans ce siècle. Partout où la réformation se fit jour dans sa pureté primitive, et aussi longtemps qu'elle se maintint dans cette position, elle communiqua aux esprits un élan dont la portée ne peut se mesurer : d'autre part, quand elle dégénéra en vaines disputes sur les formules, quand d'impures arrière-pensées se couvrirent du masque des convictions religieuses, quand le fanatisme déploya sa bannière, plus d'un esprit distingué se réfugia, alors, comme

aujourd'hui, dans les régions les plus reculées de la science, cherchant sa consolation dans la nature retenue à l'ancre inébranlable de l'éternité. Ou bien serait-ce un hasard que presque tous les pères allemands de la botanique embrassèrent le protestantisme [1] ? qu'un si grand nombre d'entre eux passèrent de la théologie ou de la jurisprudence, ou même de la vie du cloître à la médecine et à la botanique? On a depuis longtemps fait observer combien l'alliance de la médecine et de la botanique avec la théologie était fréquente à cette époque; mais on n'a pas remarqué à quel point elle fut plus fréquente chez les protestants que chez les catholiques.

« Quant à l'extension mal commode qu'on donnait aux flores spéciales de ce temps, jusqu'à en faire des ouvrages botaniques généraux, on peut se l'expliquer parfaitement par les circonstances dans lesquelles se trouvait alors la librairie. Au premier abord peu d'hommes de science comprirent la valeur supérieure des flores spéciales fondées sur des observations personnelles : la masse des acheteurs voulait avoir en un seul livre des renseignements sur toutes les plantes, accompagnés de planches. Ces dernières augmentaient considérablement les frais d'exécution de semblables ouvrages ; aussi les libraires qui étaient ordinairement imprimeurs, faisaient-ils volontiers servir les planches toutes gravées pour une série d'ouvrages, ou bien ils les passaient, après en avoir fait usage, à d'autres libraires pour d'autres ouvrages. C'est ainsi que le libraire francfortois, Christian Egenolph, et ses héritiers, qui poussèrent la chose à l'extrême, illustrèrent des mêmes gravures plus d'une douzaine d'ouvrages différents sortis de leurs presses, et les planches avec lesquelles le libraire bâlois Isangrin avait imprimé son édition in-8° de l'*Historia stirpium* de Fuchs, passèrent par achat dans les mains de libraires étrangers, et re-

[1] Parmi les botanistes que j'ai à citer dans ce chapitre, Dodonæus demeure seul catholique.

parurent dans des ouvrages des Pays-Bas ou de l'Angleterre. Ces gravures étrangères obligèrent les auteurs d'ouvrages postérieurs à accepter beaucoup de choses qu'ils n'avaient pas eux-mêmes observées. Ils furent rares les libraires qui, comme Plantin, d'Anvers, ne regardèrent à aucune dépense, pour donner aux ouvrages botaniques de leur maison des planches magnifiques et presque toutes neuves. Mais si l'art de la gravure sur bois se perfectionnait, on ne se servait encore que rarement de couleurs. Konrad Gesner semble avoir été le dernier des meilleurs botanistes qui ne les rejeta pas complétement. On trouve aussi, il est vrai, quelques exemplaires d'ouvrages botaniques plus récents, ornés de planches coloriées; mais ce sont presque sans exception des barbouillages commis par les premiers possesseurs de ces exemplaires.

« En même temps que l'art de la gravure sur bois, l'art de la désignation, de la *description* des plantes faisait de grands progrès. Mais plus on distinguait de plantes, plus on avait besoin de signes ; des observateurs isolés, Fuchs, entre autres, se firent même une espèce de langue scientifique, dont l'absence rend les anciennes descriptions si incertaines et si énigmatiques. Mais comme on négligeait complétement la botanique générale, la terminologie botanique resta alors dans l'enfance, jusqu'à ce qu'enfin Jungius, au dix-septième siècle, et Linné au dix-huitième lui donnèrent une forme méthodique.

« Il en fut presque de même de l'*arrangement* des plantes. Le besoin d'un système botanique était d'autant plus sensible, et en même temps d'autant plus difficile à satisfaire, qu'on apprenait à connaître plus de plantes. On rejeta presque généralement l'ordre alphabétique ; mais toute espèce de classification tentée de haut en bas échoua également. On fut plus heureux en essayant de grouper différentes espèces en genres, et en réunissant des genres voisins en groupes de familles. L'*idée des genres de plantes* n'était pas neuve,

Théophraste avait déjà rassemblé en genres différentes espèces de chênes, de sapins, etc.; on ne désignait cependant pas jusqu'à cette époque la plupart des plantes autrement que par leur nom propre. Ce fut seulement lorsque, peu à peu, un plus grand nombre de plantes voisines furent connues que l'on s'habitua à les réunir comme genres sous des noms communs, et à désigner les espèces par une épithète, un *major* ou *minor*, un *albus*, *luteus*, *rubens*, etc. Même alors le manque d'une botanique générale était sensible : ce n'était pas par principes, mais instinctivement qu'on formait les genres, et on ne cherchait point à établir les genres ni les espèces par des *diagnoses*.

« En voilà assez sur le beau côté de la botanique du temps. Mais je ne puis pas en dissimuler les sombres côtés. Pendant que la botanique vraie et naturelle faisait les progrès que nous avons décrits, la *superstition botanique* faisait aussi des progrès notables; elle cherchait à se constituer d'une manière toujours plus méthodique et à se justifier par là aux yeux de la science. C'est une chose étonnante que la superstition. Personne peut-être n'en était encore complétement affranchi; sous des formes diverses elle s'empare des esprits les plus forts comme des plus faibles, comme si elle était un besoin indispensable de la nature humaine. L'histoire de la science peut la passer sous silence, comme n'étant pas de sa dignité : elle fait mieux de la prendre en considération. Car qui sait si cette même superstition au sujet de laquelle nous rions de nos ancêtres, n'est pas sur le point de s'insinuer parmi nous sous un autre nom! Enfin la ligne de démarcation entre la superstition déclarée et la vérité positive est, comme nous pourrons nous en convaincre dans le cas de Porta, si fine qu'il est difficile de dire où cesse la première, où commence la seconde. La superstition peut même avoir à sa base une idée claire et fondée, à laquelle il ne manque qu'un développement raisonna-

ble. Ceci soit dit pour justifier le chapitre par lequel je ferme ce livre. »

Le chapitre auquel l'auteur fait allusion en terminant traite de l'alchimie, de Paracelse, de Thurneisser, de Porta, en tant qu'ils ont pu influer sur les destinées de la botanique. C'est ce dernier qui a particulièrement développé la théorie précédemment indiquée sous le nom de *signatura rerum*; la nature, suivant lui, a mis son seing sur chaque plante de façon à indiquer les propriétés dont jouit cette plante, théorie qui pourrait conduire à des résultats utiles et qui, en effet, étudiée à l'aide d'une sage observation, en a produit de réels, mais qui, envisagée au point de vue mystique, n'a pu enfanter que de vaines spéculations.

J. Choisy, professeur.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

8. — TYRTOFF ; DES CHANGEMENTS QUI ONT LIEU DANS UN COUPLE DE DANIELL DONT LE CIRCUIT EST FERMÉ.

Lorsqu'une pile de Daniell fonctionne depuis un certain temps et que l'intensité du courant commence à s'affaiblir, on voit se former sur les zincs un précipité grisâtre en même temps qu'il se dégage à leur surface des bulles de gaz. L'auteur a trouvé que le précipité renferme du mercure, du cuivre et du zinc, et que le gaz est de l'hydrogène. Le résultat de cette analyse, la manière dont se comporte cet amalgame lorsqu'on le soumet à diverses actions, la production de ce même amalgame lorsqu'on plonge une lame de zinc amalgamé dans une faible dissolution de cuivre, et d'autres expériences directes, ont permis à M. Tirtoff de déterminer les causes de l'affaiblissement graduel du courant dans la pile de Daniell.

Dans un élément de Daniell, il se produit au travers de la paroi poreuse un double écoulement ; du sulfate de cuivre passe dans l'intérieur du vase poreux, et du sulfate de zinc passe dans la dissolution de cuivre.

Le sulfate de zinc produit sur la surface du cuivre un dépôt de zinc qui affaiblit nécessairement le courant. Dans le compartiment intérieur, l'amalgame de zinc se décompose en présence du sulfate de cuivre, le zinc se dissout et il se forme un amalgame de cuivre ; cet amalgame, qui a très-peu de consistance, laisse en certains points le zinc à découvert, et il se produit là un précipité de cuivre métallique. Dès lors des courants locaux prennent naissance, et l'hydrogène en se dégageant sur le zinc le polarise. Cette polarisation est une des causes importantes de l'affaiblissement du courant, car en agitant le zinc dans la dissolution, en le sortant du liquide et en l'y replongeant, on produit une augmentation notable dans l'intensité.

Ainsi, indépendamment de l'appauvrissement de la dissolution de cuivre et de la production continue du sulfate de zinc, il y a deux autres causes d'affaiblissement pour la force électromotrice du couple. Dans le cas où la paroi de séparation est peu poreuse, c'est la précipitation du zinc sur le cuivre qui prédomine, et, au contraire, quand la paroi est très-poreuse, la polarisation du zinc est le phénomène qui joue le rôle principal.

9. — W.-R. Grove; De l'influence de la lumière sur la polarisation des électrodes. (*Philosophical Magaz.*, décembre 1858.)

M. Grove avait précédemment signalé le fait que l'action de la lumière agissant sur une plaque daguerrienne peut donner lieu à un courant électrique. Le nouveau travail que nous allons analyser a pour but une étude plus complète de ce genre de phénomènes. Voici comment l'auteur décrit son expérience principale.

Dans un vase pareil à ceux dont on se sert pour les piles à acide nitrique, formé d'une auge de verre mince à l'intérieur de laquelle se trouve un vase de terre poreuse, on dispose deux lames de platine de six pouces de long sur deux de large, l'une à l'intérieur du vase poreux, l'autre à l'extérieur; les lames sont platinées sur une longueur de quatre pouces, c'est-à-dire sur toute la partie qui doit être immergée. On remplit les vases avec de l'eau distillée légèrement aiguisée d'acide sulfurique; on garnit d'étoupe la partie supérieure du vase poreux, de manière à empêcher complétement l'accès de la lumière sur la lame de platine placée à l'intérieur. Les deux lames sont reliées aux extrémités d'un galvanomètre sensible. Tout l'appareil est recouvert par un cylindre de laiton fermé à la partie supérieure, et reposant à sa base sur un bourrelet de papier, de manière à intercepter la lumière.

On abandonne à lui-même l'appareil ainsi disposé pendant dix jours, pour laisser aux courants locaux le temps de disparaître. Ensuite on l'expose à la lumière solaire, sans enlever encore le cylindre de laiton qui le recouvre, en l'orientant de manière que la lame de platine contenue dans le vase extérieur soit tournée du côté où vient la lumière, et l'on observe la position de l'aiguille du galvanomètre On enlève alors le cylindre de laiton, et l'on observe une déviation très-notable de l'aiguille (10° environ).

Le sens du courant varie suivant l'expérience, mais on reconnaît finalement que la déviation produite par la lumière est de même sens que la petite déviation qui se produit toujours au moment où l'on met en communication les lames de platine dans l'obscurité, ce qui tient à ce que la déviation n'est pas complète. La lumière a donc pour effet d'augmenter le le courant résultant de la polarisation du platine.

M. Grove s'est assuré, par des expériences directes, que ce n'est pas la chaleur qui est la cause de ce phénomène.

En soumettant les lames de platine, non plus à la lumière blanche,

mais à des rayons qui avaient traversé un verre bleu, jaune ou vert, on voit que c'est la lumière bleue qui produit l'action la plus considérable ; c'est une preuve de plus qu'elle doit être attribuée aux rayons chimiques, et non aux rayons calorifiques du soleil.

L'effet général de la lumière étant d'augmenter la déviation produite par la polarisation, quel que soit le sens dans lequel elle agit, il semblait probable qu'en soumettant à la fois les deux plaques à l'action subite de la lumière on obtiendrait une déviation plus grande. L'expérience n'a pas justifié cette présomption, et, dans ce cas, on observe un effet insignifiant et irrégulier.

L'auteur termine par les réflexions suivantes : « Par analogie, on ne peut guère douter que la lumière n'exerce aussi une influence sur ces actions de surfaces comprises dans les phénomènes que l'on appelle catalytiques. Dans une expérience que j'ai faite en septembre 1851, deux tubes de verre, contenant chacun 15 grains d'eau, ont été placés à côté de capsules pleines d'acide sulfurique, l'un sous un vase de porcelaine opaque, l'autre sous un vase de verre. J'ai trouvé que l'évaporation se produisait beaucoup plus rapidement dans le tube exposé à la lumière, quoiqu'il fût placé dans une chambre au nord, où les rayons solaires ne pénétraient jamais directement. Au bout de douze jours, l'eau placée sous le vase de verre avait perdu 6,3 grains, et celui qui était sous le vase de porcelaine 5,4 ; c'est donc une différence d'évaporation de près d'un sixième en faveur du tube soumis à l'action de la lumière. Je mentionne ici cette expérience, qui montre la probabilité de l'accélération dans le dégagement des vapeurs ou des gaz sous l'influence de la lumière ; les remarquables expériences de M. Donny semblent déjà prouver que l'évaporation est une action de surface, et l'effet de la lumière sur la lame polarisée peut être de la même nature. »

---

10. — Recherches sur l'influence électro-statique.

M. Riess vient de publier dans les *Annales de Poggendorff* quelques observations sur les recherches de M. Volpicelli relatives aux phénomènes d'influence de l'électricité statique. Quoique, à l'avis du savant physicien allemand, les conclusions de M. Volpicelli aient été réfutées déjà par M. Belli, et qu'étant incompatibles avec les beaux travaux de Poisson, elles ne puissent être admises, il croit néanmoins nécessaire de les combattre, soit parce que M. Volpicelli y persiste, comme le prouve sa lettre à

M. Regnault, insérée dans le n° d'octobre des *Comptes rendus de l'Académie des sciences*[1], soit parce que M. de la Rive a attiré l'attention sur elles dans le troisième volume de son *Traité d'électricité*[2].

M. Riess commence par rappeler en peu de mots les travaux d'Œpinus, de Wilke, de Coulomb et de Volta sur le développement de l'électricité par influence dans un conducteur isolé. Il remarque que Lichtenberg est le premier qui ait jeté quelque confusion sur le sujet en comparant l'état dans le corps influencé, de l'électricité de nom contraire à celle du corps influençant, à celui de la chaleur latente. Mais Œpinus et surtout Coulomb ont montré avec le plan d'épreuve qu'on trouve dans le corps influencé les deux électricités également à l'état libre ; ils ont également déterminé la distribution de ces deux électricités, qui change avec la longueur du conducteur influencé, tellement, que si ce conducteur devient d'une longueur infinie, ou, ce qui revient au même, communique avec le sol, il ne présente plus que de l'électricité contraire à celle du corps influençant. Pfaff et Knockenhauer, qui avaient l'un et l'autre émis des doutes sur les théories reçues, y revinrent, le premier à la suite des travaux de Ohm et de Riess, le second à la suite de ceux de Faraday.

M. Melloni ne connaissait pas la controverse qui avait eu lieu sur ce sujet quand il l'aborda de son côté, et il crut pouvoir établir, d'après quelques expériences, que l'électricité de nom contraire à celle du corps influençant, n'exerce d'action que lorsque ce dernier corps est éloigné. Il est probable que si la mort ne l'avait pas surpris, il se serait rendu aux objections qui furent faites à sa manière de voir, en particulier dans une lettre que lui avait adressée M. Faraday.

L'expérience sur laquelle M. Volpicelli semble surtout s'appuyer pour soutenir l'opinion mise en avant par Melloni, est celle dans laquelle un très-petit plan d'épreuve tenu par un manche isolant ne lui donne, quand il touche un point quelconque du corps influencé, que de l'électricité de même nature que celle du corps influençant, lors même que le point touché est très-près de ce dernier. Il semblerait que ce mode d'expérimentation ne réussit pas toujours, puisque M. Volpicelli en a changé, et que dans sa dernière communication il se sert d'un plan d'épreuve d'une constitution assez compliquée. Il place derrière et très-près du petit plan d'épreuve un disque également métallique tenu par un manche aussi de métal, et au centre duquel est fixé, au moyen d'une petite tige de gomme

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des sciences de Paris*, tome XLVII, p. 664.
[2] Tome III, page 681.

laque, le plan d'épreuve lui-même. M. Riess remarque que, dans ce mode d'opérer, le disque tenu par un manche de métal doit se charger d'électricité contraire à celle du corps influençant près duquel il est nécessairement placé, et cela d'autant plus fortement qu'il n'est pas isolé ; il doit donc déterminer par influence sur de petits plans d'épreuve et sur la portion du corps influencé avec laquelle ce plan est en contact, un état électrique contraire au sien, et, par conséquent, semblable à celui du corps influençant.

Telle est l'explication de M. Riess, et il est de fait que presque toutes les expériences de M. Volpicelli peuvent être interprétées dans le sens de la théorie, généralement admise, aussi bien que dans celle de Melloni. D'un autre côté, comme il est des faits, tels, par exemple, que celui de la répulsion de deux boules de moelle de sureau électrisées négativement par l'influence d'une tige de verre électrisée, qui montrent que l'électricité induite peut être active, il paraît difficile de renoncer à une théorie qui a en sa faveur l'autorité d'aussi grands noms que ceux de Coulomb et de Poisson, et les lois les mieux établies de la mécanique. Toutefois, je persiste à croire que le sujet méritait un nouvel examen, et qu'il est heureux que M. Melloni l'ait de nouveau désigné à l'attention des savants. En effet, un grand nombre de physiciens, et M. Biot notamment dans son grand traité de physique, admettaient encore la théorie de l'électricité dissimulée, pour expliquer le condensateur et la bouteille de Leyde, et il a fallu que M. Riess reprît cette étude pour donner une théorie plus satisfaisante de l'électricité condensée.

Quant à ce qui me concerne personnellement, puisque M. Riess m'adresse quelques reproches très-aimables pour avoir attaché trop d'importance aux dernières recherches de M. Volpicelli, je me permettrai de faire remarquer à l'illustre physicien de Berlin que, dans ce que je dis sur ce sujet à la page 681 du troisième volume de mon *Traité d'électricité,* je me suis prononcé très-nettement en faveur de la théorie que défend M. Riess, et que j'ai cité ses recherches comme l'établissant d'une manière irréfragable. Mais en même temps, j'ai dit et je continue à dire que les expériences de M. Volpicelli méritent d'attirer l'attention des physiciens sur l'emploi du plan d'épreuve, car ce mode d'opérer, qui est celui qu'ont généralement employé les expérimentateurs dans le sujet qui nous occupe, peut facilement donner des résultats contradictoires. L'importance de ce point particulier me paraît surtout ressortir du dernier travail de M. Volpicelli, qui a paru dans le numéro de décembre des

Annales des sciences physiques et naturelles[1]. On y trouve une analyse remarquable de tout ce qui se passe dans les expériences faites au moyen du plan d'épreuve, et on s'aperçoit bien vite que le phénomène est moins simple qu'on ne le croit communément. Le rôle que joue la déperdition de l'électricité par l'air y est apprécié de manière à montrer l'influence sur les résultats, de cet élément qu'on avait trop négligé. Peut-être l'analyse de M. Volpicelli pourrait-elle être plus complète encore, et nous croyons que le savant physicien italien rendrait un véritable service à la science si, au lieu de persister à soutenir une théorie qui a contre elle des arguments si forts, il employait son talent à éclaircir par l'expérience tous les points encore obscurs de l'induction électrostatique, en achevant, par exemple, l'étude expérimentale du plan d'épreuve qu'il a si bien commencée. M. Volpicelli a aussi en réserve des expériences très-intéressantes sur la nature variable de l'électricité que peut développer le frottement entre deux mêmes corps, suivant la manière dont on l'opère. Qu'il les reprenne en les développant, et les fasse connaître aux savants, et il est sûr de l'intérêt qu'il excitera. Les théories sont sans doute importantes, mais en physique l'expérience, et l'expérience bien faite, prime toutes les théories. A. DE LA RIVE.

---

11. — R. BRUCK ; MAGNÉTISME DU GLOBE TERRESTRE, extrait d'études sur les principes des sciences physiques ; Bruxelles, 3 vol.

A côté des recherches laborieuses de la science, on voit surgir de temps à autre des systèmes complets, expliquant le monde entier par un agent ou principe unique ; le plus souvent, leurs auteurs font table rase de la science, ou ne lui empruntent ses théories et ses expériences qu'en les dénaturant ; toutefois, en dégageant leur œuvre des idées bizarres ou fausses qui sontà la base, on y trouve souvent des rapprochements ingénieux, des idées neuves dont la science profite ; on doit surtout s'y attendre lorsqu'un ordre particulier de faits se trouve étudié spécialement, comme dans l'ouvrage dont nous allons rendre compte ; d'autres fois, le développement des idées propres à l'auteur absorbe tout, et il est difficile, sans les partager, d'en extraire un résultat utile. L'ouvrage de M. Brück rentre-t-il dans l'une de ces catégories, et dans laquelle? Nous n'osons point prononcer. Ceux qui seront curieux d'en juger par eux-mêmes ne

[1] *Archives des Sciences phys. et natur.*, tome III de la nouvelle période, p. 347 (décembre 1858).

devront point se laisser arrêter par les difficultés de la théorie, dont les termes sont parfois obscurs, l'ordre un peu confus, et les déductions très-hardies. Ils trouveront dans la dernière partie (tome II et III), un travail plus net, si ce n'est plus rationnel, et roulant sur des données plus positives.

Nous pouvons classer ainsi les idées de M. Brück : 1° Nature et mode d'existence des fluides, entre autres de l'électricité ; 2° distribution des courants sur le globe terrestre et ses effets ; 3° déplacements progressifs du système de courants ; 4° étude détaillée de l'état actuel des courants, d'après les observations magnétiques récentes

1° Lorsqu'un fluide est mis en mouvement, il s'y produit des ondulations accompagnées d'un déplacement ; l'une ou l'autre forme peut prédominer ; deux fluides coexistent partout : le calorique et l'électricité ; celle-ci n'a que des mouvements expansifs ; pour l'autre, la vitesse de translation produit le pouvoir calorifique, les ondes forment la lumière ; l'explication usuelle des vents est impossible, car une différence de pression produirait un mouvement ondulé ; l'auteur nie aussi que les ondes, telles qu'il les entend, puissent interférer.

Etudions spécialement le fluide électrique dans les corps ; lorsqu'en se déplaçant il rencontre des particules mobiles, comme dans les gaz, il perd sa force vive en les mouvant, et le mouvement ne se propage pas. Dans les solides, le contraire a lieu, et l'électricité s'y meut aisément, surtout quand les pores sont le plus grands. Ce dernier cas se présente à la surface du corps, à cause du rapide décroissement de la densité ; aussi le fluide s'y meut de préférence ; mais si le mouvement cesse, et que l'excédant devienne permanent, *il pénètre à l'intérieur, et fournit un excès dans toute la masse*. Si le fluide sort d'un corps, il le meut dans le même sens par un effet de forces centrifuges ; le contraire a lieu quand il y entre ; aussi en mettant en présence une sphère électrisée et une qui ne l'est pas, le fluide en se transmettant meut chacune d'elles vers l'autre, et *elles semblent s'attirer*.

L'aimantation, naturelle ou artificielle, est due à des courants qui suivent l'aimant dans sa longueur, entrant par un pôle et sortant par l'autre.

2° Ces principes posés, l'auteur admet que le soleil verse continuellement sur la terre une grande quantité d'électricité ; des régions équatoriales qui la reçoivent surtout, elle tend à se répandre dans la masse, mais une autre force intervient, celle qui se manifeste dans l'expérience d'Arago sur les disques en mouvement ; l'auteur le constate ainsi : *Un*

disque en cuivre mis en mouvement avec une grande vitesse autour de son axe fournit du fluide magnétique[1] *en excès vers la circonférence; cet excès diminue suivant chaque rayon de la circonférence vers le centre;* de la sorte, il s'établit *des courants suivant tous les rayons;* ce phénomène est dû à la force centrifuge; quant aux courants circulaires observés, ils sont dus à une illusion; cet effet *n'existe pas dans le disque.*

Dans le globe terrestre, la même chose aura lieu, mais *les régions électrisées sont précisément celles vers lesquelles les plus grandes quantités de fluide sont refoulées par le mouvement de rotation;* il est donc rejeté à la surface, et tendrait à se porter aux pôles en augmentant d'épaisseur sans la cause suivante : l'ellipticité de l'orbite terrestre produisant une plus grande affluence solaire sur l'hémisphère boréal, *il a eu des courants plus intenses, qui ont empiété d'année en année sur ceux de l'hémisphère austral, jusqu'à les détruire et à en établir d'autres en sens inverse,* de sorte qu'actuellement ils vont du pôle sud au pôle nord sur la surface, rentrent par le pôle nord, et ressortent par le pôle sud.

La plupart des phénomènes que nous observons sont dus à ces courants; lorsqu'ils rencontrent des obstacles, de mauvais conducteurs, il en résulte des engorgements qui peuvent entraîner la rupture de la croûte terrestre. Par exemple, *de ce que le fluide électrique n'est pas parvenu, dans les derniers soulèvements, à élever le sol méditerranéen au-dessus des eaux, il résulte qu'il n'a pas pu se dégager par ce sol, et qu'il a dû réagir avec une grande énergie en dessous ou au sud des régions méditerranéennes; c'est à quoi il faut attribuer l'étendue du sol africain.* M. Brück explique d'une façon analogue et avec un grand détail, toute la configuration du globe.

La même cause produit les volcans, les tremblements de terre; les inondations proviennent d'une accélération du courant électrique parcourant la rivière, dont la vitesse se trouve ainsi augmentée; celles du Nil, en particulier, sont dues à ce qu'il vient de régions très-électrisées, et parcourt de vastes étendues sablonneuses et mauvaises conductrices; elles fertilisent le sol par le fluide en excès que contient le limon déposé.

Dans l'atmosphère, les courants produisent les vents dans la mer, le fluide en excès produit les grands mouvements de l'Océan sur les côtes; il en est de même du mal de mer, qu'on ferait probablement disparaître en déchargeant par des pointes le fluide en excès sur le navire.

[1] L'auteur emploie indifféremment les mots magnétique et électrique.

Dans les végétaux, le fluide entre par les pointes des racines, et sort par celle des tiges, en faisant monter la sève; dans les animaux, il entre par la plante des pieds; nous n'irons pas plus loin dans ces détails, où M. Brück fait entrer l'explication des fonctions physiologiques, de la peste, du choléra, etc.

3° Le point du globe le plus électrisé est celui qui a le soleil au zénith; il se déplace donc, et se retrouve à peu près le même au bout de vingt-quatre heures, de sorte que le système du courant tend à tourner autour de la terre dans la même période; mais l'effet diurne est trop court pour que les couches inférieures de la terre en soient affectées; si l'on cherche une période plus étendue, qui ramène le soleil, à l'instant de l'équinoxe, au zénith du même point de l'équateur terrestre, on trouve que cela se réalise à peu près après quatre ans, plus exactement après 516. M. Brück en conclut que le système des courants, dans son entier, fait le tour du globe en 516 ans, la période de quatre ans étant trop courte. Il fait ensuite une suite de comparaisons entre la date de divers événements marquants, éruptions, tremblements de terre, épidémies, inondations, et les positions simultanées des points principaux qui caractérisent la répartition des courants, pôles magnétiques, pôles mobiles, etc. Nous n'entrerons pas dans le détail de ces concordances, qui ne nous ont paru rien présenter de caractéristique; il y a, il est vrai, dans un des tableaux de comparaison une périodicité marquée de quatre en quatre ans, et cela à une époque récente, mais il faut, pour l'obtenir, admettre comme un événement remarquable, tantôt une année chaude et sèche, tantôt une année chaude et humide, tantôt une bonne récolte de vin, etc.

4° Dans un second travail, encore plus étendu, M. Brück étudie les observations magnétiques modernes, pour en tirer l'état exact des courants à toute époque de l'année, et cela pour le lieu des observations; cette étude, pour Bruxelles en particulier, est faite avec beaucoup d'étendue. Les variations magnétiques proviennent de celles des courants, et celles-ci sont dues à la nature variable des lieux, dont le soleil, à chaque heure du jour, occupe le zénith, car les lieux qu'il électrise n'ont pas tous la même conductibilité; il s'agit de reconnaître ces effets dans les variations magnétiques; pour cela, M. Brück donne des tableaux étendus contenant 46 variations correspondant à diverses heures du jour, c'est-à-dire 46 maxima ou minima qui ne se reproduisent point tout à fait périodiquement, mais qu'un examen détaillé lui a fait apercevoir à la longue;

pour connaître la vitesse du courant, il suppose en outre que le premier courant entraînant l'aiguille le matin de l'est à l'ouest, doit partir d'un lieu électrisé situé précisément à 90° de Bruxelles ; la vitesse conclue de là n'étant pas toujours la même, il prend la moyenne ; puis, pour chacune des variations régulières considérées comme dues à une modification du courant, il calcule en quel lieu de la terre a dû être l'origine de ce courant, c'est-à-dire le lieu ayant le soleil au zénith dont le courant serait arrivé à Bruxelles précisément à l'heure observée ; ce calcul étant fait pour toutes les époques de l'année, la suite des origines d'une même variation forme une courbe fixe sur le globe ; M. Brück établit un rapprochement entre ces courbes et la nature du sol, la forme des côtes ; mais leur ensemble n'offre rien de particulier ; d'ailleurs, si elles avaient dû l'avoir, nous croyons qu'elles auraient été déformées par l'amplitude des écarts des nombres sur lesquels M. Brück établit ses moyennes.

Dans le résumé qui précède, nous croyons n'avoir laissé de côté aucune des principales idées de M. Brück, tout en omettant une partie polémique en quelque sorte, où les explications usuelles des phénomènes sont sévèrement jugées, et la science et les savants fréquemment malmenés. Nous laissons à de plus compétents le soin de répondre, s'ils le jugent utile, d'autant plus que l'ouvrage de M. Brück nous paraît échapper à toute critique, du moins dans ses principes fondamentaux. Sans doute, si par fluide électrique il a voulu désigner ce qu'on connaît sous ce nom en physique, on pourrait s'étonner du rôle qu'il lui assigne. Mais M. Brück n'ignore pas que l'électricité statique se tient à la surface, et non à l'intérieur des corps, qu'en s'échappant d'un corps elle le pousse en arrière et non en avant, que les courants font placer l'aiguille à angle droit avec leur direction et non parallèlement, qu'on ne peut imaginer dans un disque des courants partant du centre en tous sens, et ne revenant jamais, etc. Si donc, dans les propriétés qu'il attribue à l'électricité, M. Brück semble accumuler comme à plaisir les contradictions avec les faits les mieux constatés, il faut croire qu'il n'attache pas à ce fluide d'autre idée que celle d'un agent occulte, nouveau, dont le rôle, en toute occasion, serait parfaitement inconnu, et le nom fort indifférent. Mais en se plaçant même à ce point de vue, il est impossible de ne pas remarquer la disproportion entre les effets attribués par M. Brück, soit à des causes importantes, soit à des causes imperceptibles à côté des premières, et auxquelles il attribue cependant le rôle principal, par

exemple, la force centrifuge du globe, l'excentricité de l'orbite, la période de 516 ans et bien d'autres. M. Brück nous permettra, en terminant, d'exprimer le vœu que s'il trouve, en poursuivant ses recherches, quelque coïncidence ou quelque loi vraiment digne de remarque, il veuille bien, en la faisant connaître, la dégager des nuages dont la théorie l'entourerait, et de façon à intéresser même ceux qui n'admettraient pas son système de courants ; nous ne doutons pas que ses idées, présentées de la sorte, auraient beaucoup plus de chances d'être accueillies, ou du moins sérieusement étudiées. C. C.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

12. — AMICI ; OBSERVAZIONI, etc. OBSERVATIONS SUR LA FIBRE MUSCULAIRE.

Le célèbre professeur Amici, de Florence, qui, non content de faire faire de grands progrés à la science par les améliorations qu'il apporte à la construction de ses excellents microscopes, s'en sert avec une grande habileté pour l'étude des infiniment petits, vient de publier dans le journal *Il Tempo* (fasc. XI. Novembre 1858), un mémoire extrêmement curieux sur la *fibre musculaire*. Ses observations, faites d'abord sur la fibre musculaire striée de la jambe de la mouche, puis étendues aux organes similaires dans d'autres insectes et même dans de grands animaux, l'ont conduit au résultat que voici :

La fibre musculaire se compose d'un nombre plus ou moins considérable de fibrilles d'une extrême ténuité, fort difficiles à séparer les unes des autres. Ce sont des petits tubes cylindriques composés, 1° d'un canal cylindrique qui les parcourt dans toute leur longueur, et qui est rempli d'utricules sphériques ou ovales contenant des granules d'une ténuité infinie ; 2° ce canal central est circonscrit dans une espèce d'étui composé d'une série d'anneaux placés à quelque distance l'un au-dessus de l'autre et liés ensemble par de nombreux fils longitudinaux ; ces fils sont enveloppés par un tissu utriculaire ; 3° à ce tissu utriculaire succède un second étui organisé de la même manière que le premier, c'est-à-dire composé d'anneaux réunis entre eux par des fils. Enfin une membrane extérieure extrêmement mince, transparente, froncée, enveloppe toute la fibrille. Les anneaux sont séparés les uns des autres par un diaphragme plus transparent que la partie cylindrique rayée et partagé par le milieu par une ligne obscure, laquelle, à un très-fort grossissement, paraît ponctuée.

Selon l'animal sur lequel cette fibrille a été prise, son diamètre varie de 0''',0016 à 0''',004.

La forme cylindrique des fibrilles se reconnaît nettement, non-seulement quand on les regarde dans leur longueur, mais quand on a sous les yeux une section transversale. Ces sections prouvent que les fibrilles sont entièrement pleines. Elles s'étendent d'une extrémité à l'autre de la fibre sans bifurcation ni ramification, et se réunissent en faisceau où elles courent parallèlement l'une à l'autre. Dans chaque faisceau les lignes transversales sont à peu près sur le même niveau, mais ne se rencontrent pas toujours d'un faisceau à l'autre. Les méats longitudinaux que les fibrilles, à cause de leur forme cylindrique, laissent nécessairement entre elles, sont remplis par une matière granuleuse excessivement fine.

Il est indubitable, dit le savant professeur, que la partie contractile de la fibre de la jambe de la mouche, réside entre deux stries transversales, c'est-à-dire dans les anneaux qui contiennent les fils longitudinaux. Ce qui le prouve, c'est que l'allongement ou le raccourcissement de la fibre encore palpitante, ne modifie point la grosseur des stries. La variation de distance se manifeste par la variation en largeur des espaces interposés, qui sont ceux qui contiennent les fils longitudinaux et précisément ceux qui réfractent le moins la lumière ou qui ont une densité moindre. Il est permis de croire que le mouvement s'exécute de la même manière que dans les fibres, et que la faculté de contraction appartient aux segments les moins denses.

Avant de terminer ses observations, l'illustre auteur croit à propos de ramener l'attention sur la fibrille, composée d'éléments de deux densités diverses, placés alternativement l'un sur l'autre, et présentant ainsi une analogie spéciale avec la pile de Volta. DUBY.

---

13. — LEUCKART ; ZUR KENNTNISS, etc. DE LA GÉNÉRATION ALTERNANTE ET DE LA PARTHÉNOGÉNÈSE CHEZ LES INSECTES. (*Moleschott's Untersuchungen,* IV, p. 427—438, 1858.)

Depuis la découverte d'une véritable parthénogénèse chez certains insectes, on s'est demandé si les particularités si remarquables de la génération des pucerons ne devaient pas venir se ranger sous la rubrique de la *Lucina sine concubitu*, et si les individus susceptibles d'engendrer sans fécondation n'étaient pas de véritables femelles, et non point des nourrices, comme on s'était habitué à l'admettre avec MM. Steenstrup et Carus.

M. von Heyden[1] en particulier a fait connaître quelques observations tendant à montrer que chez les Lachnus un même individus peut d'abord engendrer un mâle sans fécondation, puis jouer dans l'accouplement le rôle de femelle avec ce même mâle.

M. Leuckart vient montrer aujourd'hui, à la suite d'études approfondies sur la reproduction des aphides que les phénomènes singuliers déjà si soigneusement étudiés par Bonnet, ne peuvent point être considérés comme un cas de parthénogénèse, mais qu'ils doivent continuer à être regardés comme un véritable exemple de génération alternante. Tous les caractères que présentent les cellules germinatrices produites par les aphides vivipares sont identiques avec ceux des corps germinateurs ou des spores qui sont engendrés asexuellement par d'autres animaux. Les jeunes aphides naissent dans les tubes prolifères de leur parent comme les jeunes trématodes dans l'intérieur d'une sporocyste ou d'une rédie par l'évolution d'une cellule primitivement tout à fait simple. Puis donc qu'on considère cette multiplication des trématodes comme asexuelle et qu'on la différencie de la reproduction sexuelle qui a lieu au moyen des œufs, il faut aussi qualifier d'asexuelle la production d'embryons chez les aphides vivipares. Ce qui distingue les corps reproducteurs des aphides vivipares d'œufs véritables, ce n'est pas seulement les circonstances qu'ils n'ont pas besoin d'être fécondés pour pouvoir se développer, mais c'est aussi le détail de leur évolution et de leur formation. Il est vrai qu'ils doivent, de même que les œufs, être considérés comme de simples cellules qui se développent en embryons, mais dans l'un des cas (celui des corps reproducteurs) l'évolution de la cellule commence déjà de fort bonne heure, à savoir à une époque où le matériel nécessaire à la formation de l'embryon n'est pas encore rassemblé, tandis que dans l'autre cas (celui des œufs) cette évolution ne commence que beaucoup plus tard, savoir lorsque le matériel nécessaire au développement est déjà rassemblé et entouré d'une enveloppe résistante spéciale. Dans le premier cas, l'évolution du corps reproducteur et celle de l'embryon sont synchroniques ; dans le second, ces deux phénomènes sont séparés l'un de l'autre quant au temps.

Il paraît donc certain que chez les aphides observés par M. Leuckart, les individus vivipares ne peuvent jamais se transformer en femelles vivipares. La reproduction asexuelle et la reproduction sexuelle sont réparties chez eux sur des individus différents. Or c'est précisément là le caractère essentiel de la génération alternante dans le sens de M. Steenstrup, et

[1] Voyez *Archives des Sciences phys. et natur.*, 4[me] série, tome XXXV, p. 144.

l'on doit continuer à considérer les aphides vivipares comme de vraies nourrices.

Chose remarquable ! si les pucerons proprement dits sont soumis à la génération alternante, leurs proches parents les cochenilles (coccides) et les chermès présentent, d'après les observations de M. Leuckart, des exemples de véritable parthénogénèse. M. Leydig a déjà mentionné chez les coccides, il y a quelques années, des individus vivipares qu'il croyait comparables aux aphides vivipares, et qu'il regardait en conséquence comme des nourrices. M. Leuckart s'est assuré que ces prétendues nourrices sont des femelles incontestables qui sont munies d'ovaires et d'œufs, mais qui offrent ceci de particulier qu'elles peuvent se reproduire par parthénogénèse, c'est-à-dire sans le secours du mâle. Les observations ont porté sur trois des principaux genres de cochenilles : Coccus, Lecamium et Aspidiotus. Les chermès offrent des phénomènes tout semblables, et cependant ils rentrent, au point de vue de la taxonomie dans le groupe des aphides.

M. Leuckart nous communique aussi dans son travail de nombreuses observations relatives à la parthénogénèse des psychides et des abeilles. Bien que cette partie du mémoire renferme plus d'un trait de polémique à l'adresse de M. de Siebold, les observations des deux auteurs n'en concordent pas moins dans tous les points essentiels, la polémique ayant surtout pour objet des questions de priorité. M. Leuckart a fait en particulier une abondante moisson de faits relatifs à l'arrénotokie (ponte d'œufs mâles exclusivement), d'une part des ouvrières et d'autre part des reines, soit non fécondées, soit fécondées. Déjà M. Dzierzon avait divisé l'arrénotokie en primaire et en secondaire. La première devait se trouver chez les ouvrières et les reines non fécondées, et la seconde chez les reines dont la provision de zoospermes enmagasinée dans le réceptacle de la semence avait fini par s'épuiser. M. Leuckart montre qu'on trouve en outre des cas d'arrénotokie chez des reines fécondées dont le réceptacle est plein de semence. Toutefois les organes générateurs de ces femelles-là paraissent présenter constamment des troubles physiologiques plus ou moins grands, qu'on peut taxer de paralysie partielle. On en voit la preuve dans la circonstance que ces femelles laissent tomber plusieurs œufs à la fois au lieu d'un seul dans chaque cellule, ou bien que les œufs restent suspendus à l'ouverture de la vulve, etc. Il est donc probable que chez ces reines-là le réceptacle de la semence ne peut se contracter pour expulser des zoospermes au moment du passage des œufs dans l'oviducte.

Relativement aux ouvrières, M. Leuckart croit qu'il suffit de certaines conditions de nutrition pour leur donner la faculté de pondre. Il cite à l'appui de sa manière de voir un fait vraiment curieux. Vers la fin d'octobre 1856 il reçut de M. Donhöff un envoi d'abeilles qui avaient été nourries pendant quatorze jours avec des œufs (dans du miel). Or l'examen anatomique montra que *dix-huit* d'entre elles étaient susceptibles de pondre des œufs, et cependant, dans les circonstances ordinaires, l'apparition d'ouvrières pondeuses est relativement rare.

L'existence d'ouvrières pondeuses, qui n'est qu'une exception chez les abeilles paraît être un phénomène *constant* dans les colonies de guêpes, de bourdons et de fourmis. M. Leuckart a, en effet, trouvé des ovules dans les ovaires d'ouvrières appartenant à ces groupes d'hyménoptères, et il a même rencontré des œufs mûrs dans leur vulve. Bien plus, il a surpris l'acte de la ponte chez des bourdons et des guêpes ouvrières. Huber savait, du reste, déjà que les ouvrières des colonies de bourdons sont susceptibles de pondre des œufs, aussi les nommait-il de *petites femelles*, et comme en outre il avait déjà constaté que ces ouvrières n'engendrent jamais que des mâles, il les taxait de demi-fécondes. Seulement Huber croyait que ces *petites femelles* pondaient à la suite d'une fécondation, tandis que leur conception paraît être parfaitement immaculée.

Voilà donc la doctrine de la parthénogénèse appuyée de toute une série de faits nouveaux qui viennent dissiper tous les doutes qu'on pouvait nourrir à son égard. Il est à remarquer que ce singulier mode de reproduction a une importance très-diverse, selon les espèces chez lesquelles on l'observe. Chez certains insectes, comme par exemple le bombyx du mûrier, la parthénogénèse est si rare, ou du moins si peu constante, qu'elle revêt le caractère d'un simple accident plutôt que celui d'un anneau dans la chaîne de développement de l'espèce. Elle acquiert déjà une importance bien autrement grande chez les psychides, les coccides, etc., et atteint enfin son plus grand développement chez les insectes qui vivent en sociétés organisées.

La différence essentielle entre la parthénogénèse et la génération alternante consiste, d'après M. Leuckart, en ce que dans l'un des cas (parthénogénèse) une fécondation *peut* intervenir dans chaque acte de reproduction, tandis que dans l'autre cas (*génération alternante*), la fécondation *doit* intervenir de temps à autre dans certains actes de reproduction déterminés.

---

14. — Joseph LISTER ; ON THE MINUTE STRUCTURE, etc. SUR LA STRUCTURE MICROSCOPIQUE DE LA FIBRE MUSCULAIRE INVOLONTAIRE. (*Quarterly Journal of microscopical science*, octobre 1857, p. 5.)

On sait que les travaux histologiques de M. Kölliker ont démontré que la fibre musculaire involontaire se distingue de la fibre volontaire, non-seulement par l'absence des stries transverses, mais encore par sa structure celluleuse. Chaque fibre musculaire involontaire représente selon lui une seule cellule fusiforme munie d'un nucléus dans sa partie la plus large. Ces *fibres-cellules* ont été dès lors généralement admises.

Cette découverte de M. Kölliker a cependant trouvé des contradicteurs, et il n'y a pas longtemps, en particulier, que M. Ellis[1] l'a attaquée d'une manière positive. Ce savant se refuse à trouver aucune différence essentielle entre les fibres musculaires des deux ordres physiologiques. Il représente les fibres des deux espèces comme tissées de manière à former des réseaux de mailles. Il les décrit comme étant longues, minces, en forme de cordes dont la largeur est constante, excepté aux deux extrémités, où elles sont fixées par du tissu tendineux. Enfin il considère soit la fibre volontaire, soit la fibre involontaire comme n'ayant rien à faire avec des cellules, mais comme étant des faisceaux de fibrilles très-minces. Ces fibrilles étant composées d'éléments charnus (sarcous elements) superposés, il en résulte que la fibre présente à sa surface une apparence particulière qu'on peut qualifier de *striée* dans la fibre volontaire, et de *ponctuée* dans la fibre involontaire. Cette différence d'apparence serait due à une légère différence dans le mode d'agrégation des éléments. Les nucléus ne sont pour M. Ellis que des accessoires accidentels de la structure musculaire, et il pense qu'ils appartiennent à la gaîne des fibres plutôt qu'aux fibres elles-mêmes.

M. Lister se prononce, dans son travail, tout à fait pour M. Kölliker, et partant, contre M. Ellis. Il trouve, en effet, que dans les artères de la grenouille et dans l'intestin du porc le tissu musculaire involontaire est composé d'éléments allongés et aplatis, terminés en pointe aux deux extrémités, et munis chacun dans sa partie centrale d'un nucléus. Ces éléments sont évidemment identiques avec les fibres-cellules de M. Kölliker.

[1] Researches into the nature of the Involuntary muscular Fibre, by George Viner Ellis, prof. of Anatomy in London Royal Society, June 12th, 1856. Extrait dans le *Quaterly Journal of microsc. Science*. October 1857, p. 63.

M. Lister trouve de plus que dans l'intestin du porc les éléments musculaires sont, d'une part, susceptibles d'un degré extraordinaire d'extension, et que, d'autre part, ils sont doués d'une merveilleuse contractilité, au point de pouvoir passer de l'état de longues fibres à celui de masses globulaires. Dans l'état d'extension, ces fibres ont une apparence lisse, délicate et homogène, laquelle se trouve altérée pendant la contraction par la formation de côtes transversales. Ces côtes réfractent fortement la lumière, et deviennent de plus en plus épaisses à mesure que la contraction devient plus intense. Pendant ce temps, le nucléus primitivement rond semble comprimé par la fibre qui se contracte, et on le voit adopter la forme d'une ellipse dont le grand axe est placé en travers de la fibre.

---

15. — BOWERBANK : FURTHER REPORT, etc. ; NOUVELLE NOTE SUR LA VITALITÉ DES ÉPONGES. (*British Association for the Advancement of science*. Dublin Meeting, Aug. 29th 1857. — *Quart. Journal of Micr. science*, octobre 1857, p. 78.)

L'auteur rapporte que, dans une note précédente, il a exposé une série d'observations sur l'inhalation de l'eau à travers les pores et son exhalation à travers les oscules d'une éponge marine (*Hymenacidon caruncula*) et qu'il réussit à déterminer avec certitude que cette éponge jouit de la faculté d'ouvrir et de fermer les oscules à volonté, mais qu'il ne parvint pas à reconnaître d'une manière satisfaisante la nature, ni le jeu des pores d'inhalation, attendu que ces organes ne peuvent être vus en pleine fonction que chez les individus très-jeunes et transparents. En conséquence, il a commencé en octobre 1856 une nouvelle série d'observations sur l'action des pores chez de jeunes exemplaires de la spongille fluviatile. Chez un individu large d'un demi-pouce environ, il a trouvé un seul oscule placé au sommet d'une large intumescence ovale, dont la forme changeait d'une manière notable dans un espace de temps très-court. Cet oscule s'ouvrait et se fermait selon les besoins de l'animal, et dans les moments de pleine activité il en sortait un courant d'eau très-rapide. L'inhalation de l'eau par les pores présentait diverses particularités. Dans l'état de repos, la membrane dermique paraissait complétement imperforée. Mais lorsque l'inhalation commençait, on voyait d'étroites perforations apparaître çà et là sur la surface, ces orifices croissaient graduellement en diamètre jusqu'à atteindre la largeur des pores, et leur bord se montrait alors épaissi en bourrelet. Si l'on mettait alors un peu d'indigo dans l'eau, cette sub-

stance était absorbée avec rapidité, et peu à peu l'intérieur de la spongille se colorait en bleu. Au bout de quelque temps, cette rapide inhalation cessait tantôt subitement, tantôt graduellement, et presque tous les pores se fermaient[1]. Au moment où cette opération commençait, on voyait les bords de ces orifices changer de forme, et devenir minces et tranchants, tandis que le diamètre du cercle allait en diminuant par degrés jusqu'à son occlusion complète. Il ne restait alors plus aucune trace des orifices. Le phénomène de l'occlusion des pores durait un peu moins d'une minute. Les pores une fois fermés paraissent ne plus se rouvrir (?R) et des pores nouveaux (?R) semblent se former lorsque l'animal en sent le besoin. La coloration produite par l'indigo pendant la période d'inhalation active, persista pendant douze ou dix-huit heures, temps durant lequel le courant qui sortait par l'oscule resta très-lent. L'auteur conclut en observant (de même que M. Lieberkühn R.) que la structure et la manière de vivre est identique chez les éponges d'eau douce et chez les éponges marines.

---

16. — VERHANDELINGEN VAN HET....... MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ DE BATAVIA POUR LES ARTS ET LES SCIENCES. Tome XXVI. Batavia, 1854—57.

Ce volume contient dans sa partie littéraire des documents sur les inscriptions de Java et de Sumatra, ainsi que sur la langue malaise. Dans le domaine de l'histoire naturelle, il est tout entier consacré aux travaux du D[r] P. Bleeker sur l'Ichthyologie. Nous y remarquons un mémoire sur les Sphyrénoïdes de l'Archipel indien, de nouvelles recherches sur les Poissons du Japon et quelques planches complémentaires pour l'ichthyologie du Bengale. Le savant auteur de ces utiles travaux a résumé dans un catalogue général toutes ses descriptions de poissons insérées par lui-même dans les volumes XXI à XXVI de cette même collection. Leur nombre s'élève à 906 et prouve la richesse de ces mers. Dans le mémoire sur les poissons du Japon, nous trouvons un tableau détaillé de leur distribution géographique qui donne les résultats suivants :

[1] On voit que ces observations de M. Bowerbank concordent tout à fait avec celles de M. Lieberkühn, dont nous avons rendu compte l'année dernière (Voyez *Archives des Sciences natur.*, 4[me] série, tome XXXVI, p. 364). Les *oscules* de M. Bowerbank correspondent à ce que nous nommions dans ce compte rendu les *prolongements tubuliformes* ou *organes déjecteurs*.

Sur 435 espèces trouvées sur les côtes du Japon, 248 sont spéciales à cette région, 117 se retrouvent en Chine, 92 dans l'archipel indien, 50 sur les côtes de l'Inde et de Ceylan, 35 dans la mer Rouge, 34 sur les côtes des îles Maurice et Bourbon et aux Séchelles, 20 à la Nouvelle-Hollande, 18 vers la presqu'île de Malacca, 17 dans l'Océan Atlantique, 7 dans l'archipel de la Société, 6 dans l'archipel de Lapeyrouse, 5 à Madagascar, 4 aux Philippines, etc.

BOTANIQUE.

17. — Ch. Gaudin et marquis C. Strozzi; Mémoire sur quelques gisements de feuilles fossiles de la Toscane, in-4°, 37 pages et 12 planches. Zurich, 1858. (Tiré des *Mémoires de la Société suisse des sciences naturelles*.) — Ch. Gaudin, dans Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles, novembre 1858, p. 72.

Notre jeune et savant compatriote, M. Charles Gaudin, a profité, d'une manière intéressante, d'un séjour en Italie pour déterminer les feuilles fossiles des couches supérieures de la vallée de l'Arno, recueillies par le marquis C. Strozzi. Il est parvenu à en tirer des conséquences relativement à la succession des flores depuis l'époque tertiaire, dans le centre et le midi de l'Europe, sujet dont nous avons souvent entretenu nos lecteurs et sur lequel M. le professeur Heer a jeté un grand jour. Le travail actuel, dirigé dans le même esprit, et confirmé, quant aux déterminations, par le célèbre paléontologiste de Zurich, relie bien des faits, et consolide certaines notions qui paraissaient jusqu'à présent appartenir plutôt au domaine des hypothèses.

Le mémoire se divise en deux parties : la première sur la stratigraphie du val d'Arno supérieur, de Montajone et de Bezzone, près de Sienne, par M. le marquis Strozzi ; la seconde sur les plantes fossiles de ces localités, par M. Gaudin. Cette dernière comprend des descriptions détaillées, et un résumé très-lucide et substantiel.

La localité principale du val d'Arno est composée de sédiments d'un ancien lac de l'époque pliocène. Montajone est de la même époque, mais c'est un dépôt marin tel qu'il s'en forme dans le voisinage des bouches d'un fleuve. Enfin, les environs de Sienne offrent des couches entremêlées de dépôts fluviatiles et marins, également du tertiaire supérieur. Les

fossiles animaux de ces localités étaient déjà connus ; les fossiles végétaux avaient été à peine constatés avant M. Strozzi, et n'avaient pas été déterminés. D'après le mémoire de M. Gaudin, complété dans l'article subséquent du *Bulletin de la Société vaudoise,* le nombre total des espèces végétales connues est actuellement de 59, dont 21 nouvelles. Parmi les anciennes, 23 avaient déjà été trouvées à Œningen et au Locle, en Suisse, 11 à Schossnitz en Allemagne, et 6 dans d'autres localités de Suisse ou d'Allemagne. Cette grande analogie entre Œningen et la Toscane est singulière, car la mollasse supérieure de la Suisse et Œningen appartient au terrain miocène supérieur, au-dessus duquel on ne trouve que des végétaux de notre époque ou en partie, tels que ceux des charbons feuilletés d'Utznach[1], tandis que les localités de Toscane sont du pliocène, mais il se trouve que, conformément à une prévision de M. Heer, la flore de l'ancien val d'Arno est plus jeune que celle d'Œningen et cependant plus ancienne que celle d'Utznach. En effet, il y a deux zones dans les terrains du val d'Arno, la supérieure contient des espèces végétales avec des ossements de l'*Elephas antiquus*, qui existe aussi à Œningen, tandis que l'inférieure, avec les localités de Montajone et de Sienne, n'ont plus ces ossements de l'*E. antiquus*, et offrent au contraire des espèces végétales plus souvent semblables à celles d'Œningen.

Au-dessous de ces terrains du val d'Arno inférieur et de Sienne en Italie, d'Œningen et du Locle en Suisse, on trouve ceux de la Superga, près de Turin, la mollasse marine en Suisse et le bassin de Vienne. Plus bas, les localités de Cadibona, Bagnasco, etc., en Italie, celles de Lausanne, Moulin Monod, etc., en Suisse, Radoboj en Allemagne, Aix en Provence. Enfin, au-dessous, Montebolca, en Italie, et le nummulitique, en Suisse. Telles sont en abrégé les concordances établies par MM. Heer et Gaudin.

La nature des végétaux observés confirme l'opinion d'un abaissement successif de la température, dans le midi de l'Europe, de l'époque miocène à l'époque pliocène, et de celle-ci à l'époque actuelle.

Dans la couche pliocène d'Italie se trouve abondamment l'*Oreodaphne Heerii Gaud*, espèce extrêmement voisine de l'*O. fœtens Ait.*, qui constitue aujourd'hui des forêts dans les îles de Madère et des Canaries. Maintenant l'*Oreodaphne fœtens* ne supporte pas en plein air le climat de Florence. L'espèce fossile est très-difficile à distinguer de l'espèce vivante. Ne semble-t-il pas, dit M. Gaudin, que cette Laurinée remar-

[1] Voyez *Bibl. Univ.* (*Archives*), août 1858.

quable serait un reste du continent de l'Atlantide, qui, selon les hypothèses de M. Heer, liait l'Europe à l'Amérique avant l'époque pliocène, et aurait alors disparu, ne laissant de traces que la végétation actuelle de Madère et des Canaries. Le *Platanus aceroïdes Gœpp.*, retrouvé dans le pliocène d'Italie, est très-analogue au *Platanus occidentalis* actuel, qui prospère dans les plantations en Italie, mais sans se naturaliser dans la campagne. Le *Platanus orientalis* actuel a été trouvé fossile à Radoboj, mais non en Italie, où maintenant il réussit mieux que l'autre, et tend à se semer dans le pays. Le *Fagus* fossile du val d'Arno ne peut pas se distinguer du *Fagus sylvatica* actuel. Ainsi, on remarque une diversité dans le sort des espèces, au travers des événements qui ont suivi l'époque tertiaire jusqu'à nos jours. M. Gaudin suppose que la disparition d'un grand nombre d'espèces en Italie a été causée par la présence de vastes glaciers en Suisse et jusqu'en Piémont, pendant la période glaciaire encore peu éloignée de notre époque. Les glaciers transportaient alors des blocs erratiques au-dessus de la colline de Turin, et les vents froids qu'un tel état de choses devait déterminer, auraient détruit la végétation pliocène dans le midi de l'Europe, à l'exception de quelques espèces très-robustes.

---

18. — KIRSCHLEGER (Fréd.) ; FLORE D'ALSACE ET DES CONTRÉES LIMITROPHES, 2 vol. in-8 et 1re livraison du 3me. Strasbourg et Paris, 1850-58.

De la végétation de l'époque antérieure qui vient de nous occuper à celle de notre époque, la transition est insensible quand il s'agit d'une flore aussi complète et aussi savante que la flore d'Alsace de M. Kirschleger. Après avoir publié l'énumération détaillée des espèces, avec leurs caractères, leurs synonymes et leurs localités, l'auteur donne un résumé de géographie botanique plein d'intérêt, sous le titre de *végétation rhenano-vosgienne*. Après les renseignements indispensables sur la topographie du pays et sur son climat, il indique la distribution des espèces dans les dix sous-régions géologiques et topographiques selon lesquelles on peut diviser l'Alsace. Les premières sont les régions élevées, attendu qu'elles ont une végétation ancienne relativement aux terrains d'alluvion de la plaine. Ces régions élevées offrent une grande diversité géologique et minéralogique ; M. Kirschleger a soin de noter les espèces qui se trouvent exclusivement ou de préférence sur un sol granitique,

calcaire ou autre, mais il se garde bien de conclure de ces faits locaux à une loi générale, attendu que hors de l'Alsace et sous des climats différents, telle espèce propre au calcaire pourrait fort bien se trouver sur du granit. Les nombreux documents réunis dans la flore d'Alsace serviront précisément à démontrer une fois de plus les transpositions déterminées par le climat combiné avec les qualités physiques des sols, indépendamment de toute influence chimique. Dans la plaine, les alluvions anciennes (loess), offrent les espèces végétales qui croissent sur les collines calcaires entre Constance et Bâle, tandis que les alluvions modernes se couvrent d'une végétation plus commune. Les bords des petites rivières ou des torrents qui descendent des Vosges présentent des espèces en partie vosgiennes, comme on pouvait s'y attendre. Ainsi, les divers groupes de végétaux juxtaposés ou entremêlés en Alsace sont ou très-anciens et comme originaires sur les montagnes, ou descendus avec les eaux. Quelques espèces ont été introduites par l'influence de l'homme, et se sont plus ou moins naturalisées.

Sous ce rapport, l'Alsace offre un intérêt particulier, résultant de ce que les botanistes du seizième siècle, Tragus, Fuchs, Gesner et les Bauhin ont indiqué les plantes qui s'y trouvaient à leur époque dans les champs ou ailleurs. M. Kirschleger énumère plus de trente espèces telles que *Linaria Cymbalaria, Cheiranthus Cheiri*, *Hemerocallis fulva*, *Asperugo procumbens*, *Isatis tinctoria*, etc., probablement d'origine étrangère, qui étaient déjà naturalisées dans le seizième siècle. Le *Mimulus luteus*, espèce d'Amérique, s'est répandue, depuis trente ans, le long de plusieurs ruisseaux, et l'on sait positivement de quels jardins il est sorti. L'*Escholtzia californica* s'est naturalisée au bord des chemins, à Strasbourg et à Mulhouse. Les *Fumaria Vaillantii* et *Podospermum laciniatum* sont bien naturalisés. Le *Tulipa sylvestris* s'est répandu depuis le dix-huitième siècle. Cent vingt et une espèces des champs, vignes et autres terrains cultivés existaient déjà dans le seizième siècle, et doivent, par conséquent, leur introduction aux cultivateurs du moyen âge ou aux Romains, peut-être même aux Germains et aux Celtes.

La statistique des espèces selon les diverses subdivisions du pays, les stations, les familles naturelles, la durée, etc., est donnée avec beaucoup de soin, et pourra servir aux comparaisons avec d'autres pays. Il en est de même de la répartition des espèces selon les stations, et de la comparaison avec les flores du Palatinat, de la Forêt-Noire, etc. Enfin, nous signalerons (p. 35), un tableau, fondé probablement sur de nombreuses

observations, de l'altitude à laquelle s'arrêtent en Alsace les principales espèces cultivées, avec la distinction (trop souvent négligée), de la variation causée par les différentes expositions. On voit que la flore d'Alsace de M. Kirschleger n'est pas seulement un ouvrage d'intérêt local et de botanique descriptive, mais qu'elle devra toujours être consultée par les personnes qui s'occupent de botanique géographique et de l'histoire des espèces spontanées ou cultivées en Europe.

---

19. — CARUEL; ILLUSTRATIO IN HORTUM SICCUM CÆSALPINI; 1 vol. in-8°. Florence, 1858.

Cesalpin, l'illustre botaniste du seizième siècle, avait formé deux herbiers, dont il parle dans la préface de son ouvrage *de plantis*. L'un avait été remis au duc Côme Ier, et l'on ne sait ce qu'il est devenu ; l'autre, donné à Alphonse Tornabono, protecteur du botaniste, a passé par les mains de Micheli et de Targioni, qui l'ont enrichi de notes, et maintenant il se trouve déposé sous la bonne garde de M. Parlatore, dans les galeries d'histoire naturelle du grand-duc à Florence. C'est là que M. Caruel en a fait une revue attentive dont il nous donne le résumé sous une forme commode et abrégée.

L'herbier en question est un des plus anciens qui existent. Il a été fait en 1563. Le plus vieux est probablement celui du médecin Greault, de Lyon, qui appartenait aux Jussieu, et se trouve aujourd'hui dans le Muséum d'histoire naturelle de Paris : il est de 1558. L'herbier de Bauhin, conservé à Bâle, a été formé successivement de 1576 à 1623. Celui de Rauwolf, composé essentiellement des plantes de son voyage en Orient, est peut-être le premier contenant beaucoup de plantes étrangères à l'Europe ; il a été recueilli dans les années 1573 à 1575, et se trouve maintenant à Leyde.

La collection de Cesalpin se compose de près de huit cents espèces. M. Caruel les énumère selon l'ordre de l'auteur, et indique pour chacune le véritable nom moderne. C'est donc un commentaire de Cesalpin d'après la source la plus authentique. On peut aussi en déduire quelques conséquences relativement à la date de l'introduction de certaines espèces, soit dans les jardins, soit dans la végétation spontanée de la Toscane. Je remarque, à l'appui de faits dont j'ai parlé ailleurs [1], que la *Linaria Cym-*

[1] A. DC., *Géographie botanique.*

balaria et la *Calepina Corvini* ne se trouvent pas dans l'herbier de Cesalpin, et c'est un indice de plus que ces espèces sont récentes en Europe.

---

20. — Filipo PARLATORE ; FLORA ITALIANA. In-8°, vol. III, part. 1. Firenze, 1858.

Cette livraison de la *Flore italienne* de M. Parlatore contient des familles importantes dans le midi de l'Europe, les Asparagées et les Amaryllidées. Pour ces dernières, qui sont des plantes bulbeuses, mal représentées ordinairement dans les herbiers, il est heureux d'avoir des descriptions très-développées, faites souvent sur le frais, par un botaniste qui s'est occupé de préférence de la classe des Monocotylédones. On remarque dans ce cahier de M. Parlatore plusieurs espèces nouvelles du genre *Narcissus*, de même que le précédent renfermait des espèces nouvelles d'*Ornithogalum*, *Tulipa*, *Scilla*, etc.

---

21. — H.-V. BUECK ; GENERA, SPECIES ET SYNONIMA CANDOLLEANA ALPHABETICO ORDINE DISPOSITA SEU INDEX AD PRODROMUM ; pars 3 ; 1 vol. in-8°. Hamburgi, 1858.

Un prospectus distribué par le libraire avec le numéro de janvier des *Archives*, indiquait comme devant paraître prochainement le troisième cahier des tables du *Prodromus*. En effet, ces tables du volume VII, part. 2, et des volumes suivants jusqu'au XIIIme inclusivement, ont été publiées et forment un volume de 508 pages. Elles faciliteront beaucoup les recherches, principalement dans les genres nombreux en espèces. Elles se recommandent d'ailleurs, soit par leur exactitude, soit par l'indication, donnée au commencement, de noms spécifiques employés à double et devant être corrigés. Le volume XIV du *Prodromus*, déjà publié, et les volumes XV et XVI qui doivent paraître plus tard, et qui termineront la série des Dicotylédones, feront sans doute l'objet d'une quatrième et dernière série de tables.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1859.

Le 7, forte gelée blanche le matin.
11, id.
12, id.
16, hauteur de la neige 11mm.
19, forte gélée blanche, brume sur le lac toute la matinée, couronne lunaire pendant la nuit.
20, forte gelée blanche.
21, id.
22, id.
25, id.
31, hauteur de la neige 45mm; cette neige a entièrement disparu au bout de 2 ou 3 jours.

La lumière zodiacale a été vue tous les soirs de ce mois où le temps était clair, à savoir le 2, 4, 6, 7, 8, 10, 13, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 27; elle était même très-brillante tous les soirs où la lune n'était pas sur l'horizon.

Température du Rhône.

1re décade,	+ 5°,23
2me »	+ 4°,67
3me »	+ 4°,81
Mois	+ 4°,88

Maximum, le 6, + 5°,9. Minimum, le 8, + 3°,9.

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. du m.	Midi.	4 h. du soir	8 h. du soir	TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m.	Midi.	4 h. d. s.	8 h. d. s.	Minim	Maxim.	FRACTION DE SATURATION. 8 h. m	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	EAU dans les 24 h	VENT dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Limnimètre
	millim	millim.	millim	millim.											mm			pouces.
1	732,33	732,75	732,80	733,86	- 2,3	- 0,8	- 0,6	- 1,0	- 2,7	- 0,2	0,96	0,96	0,98	0,95	»	NNE 3	0,80	32,1
2	735,83	736,27	735,26	736,39	- 2,8	- 1,2	- 0,2	- 0,5	- 3,3	+ 0,2	0,98	0,77	0,85	0,81	»	NNE 3	0,26	32,5
3	735,91	735,19	734,70	734,88	- 3,8	+ 0,1	+ 1,0	+ 0,4	- 4,3	+ 1,2	0,96	0,97	0,81	0,93	»	NNE. 3	0,93	31,5
4	735,54	734,50	734,23	733,40	- 3,3	+ 0,2	+ 1,6	+ 1,0	- 4,0	+ 2,0	0,98	0,75	0,75	0,82	»	variab.	0,48	29,8
5	733,40	733,68	733,50	734,35	+ 2,1	+ 2,0	+ 2,0	+ 1,5	- 0,8	+ 2,4	0,73	0,72	0,69	0,68	»	NNE. 3	1,00	30,7
6	736,30	735,74	735,47	736,13	- 0,6	+ 1,5	+ 2,6	- 2,0	- 3,5	+ 5,6	0,93	0,76	0,59	0,90	»	variab.	0,34	29,5
7	734,76	733,70	732,38	732,49	- 6,4	+ 1,8	+ 1,5	- 2,3	- 6,7	+ 4,9	0,96	0,67	0,75	0,93	»	S. 1	0,20	29,1
8	731,88	731,28	732,58	733,71	- 1,0	+ 0,4	+ 0,3	- 1,2			0,92	0,96	0,95	0,98	»	NNÉ 3	0,22	32,4
9	730,96	741,14	741,76	742,94	- 4,8	- 3,5	- 2,9	- 4,9	-	- 2,2	0,96	0,76	0,77	0,74	»	NNE. 1	0,61	28,7
10	743,94	744,06	743,51	744,25	- 6,0	- 4,5	- 3,0	- 6,2	- 7,6	- 2,6	0,88	0,75	0,69	0,87	»	NNO. 1	0,51	28,1
11	743,40	743,01	741,57	741,87	- 8,9	- 3,1	- 2,2	- 5,3	- 9,9	- 0,7	0,98	0,83	0,82	0,94	»	SSO. 1	0,69	28,3
12	740,40	739,39	738,27	737,17	- 8,3	- 2,5	- 1,0	- 1,1	- 8,9	- 0,8	1,00	0,90	0,86	0,86	»	SSO. 1	0,94	27,4
13	732,27	730,93	731,00	731,86	- 4,3	+ 4,7	+ 5,5	+ 2,2	- 5,9	+ 7,2	0,87	0,61	0,61	0,65	»	NNE 2	0,36	28,0
14	733,86	734,59	734,61	734,96	- 2,6	- 1,4	- 0,5	- 1,3	- 3,2	+ 1,1	0,96	0,77	0,70	0,77	»	NNE. 1	0,51	27,0
15	735,26	735,01	734,48	734,82	- 3,4	- 2,0	- 1,6	- 2,4	- 3,9	- 1,2	0,92	0,74	0,76	0,81	»	NNE. 1	0,89	27,1
16	733,89	734,03	733,68	734,63	- 2,4	- 1,2	- 1,0	- 1,9	- 3,2	- 0,4	0,90	0,89	0,91	0,94	1,4	O. 1	1,00	27,0
17	735,56	735,85	735,70	736,35	- 1,9	+ 2,1	+ 2,4	0,0	- 2,5	+ 3,2	0,94	0,66	0,83	0,94	»	S. 1	0,89	26,9
18	736,51	736,08	734,91	735,22	- 3,2	+ 7,0	+ 7,4	+ 2,0	- 4,1	+10,2	0,96	0,60	0,51	0,75	»	SSO. 1	0,11	25,5
19	735,13	734,25	732,91	733,62	- 2,7	+ 6,1	+ 4,6	- 0,6	- 3,7	+ 9,6	0,85	0,52	0,82	1,00	»	SSO. 1	0,11	26,0
20	735,98	736,49	736,15	736,82	- 3,3	+ 3,3	+ 4,2	- 0,3	- 3,7	+ 5,1	0,98	0,69	0,70	0,86	»	SSO. 1	0,17	23,7
21	737,83	737,68	736,82	736,93	- 5,3	+ 4,3	+ 3,5	- 2,0	- 6,1	+ 6,9	0,96	0,57	0,65	0,91	»	SSO. 1	0,19	25,8
22	735,83	734,45	733,08	733,36	- 6,4	+ 1,7	+ 2,4	- 1,6	- 6,9	+ 4,0	0,98	0,72	0,71	0,90	»	variab.	0,21	23,7
23	731,51	728,72	725,83	722,37	- 2,3	+ 3,9	+ 3,2	+ 3,1	- 4,2	+ 4,8	0,94	0,71	0,68	0,61	»	variab.	0,80	25,3
24	719,53	722,37	725,23	728,57	+ 2,6	+ 3,4	+ 4,0	+ 1,0	- 0,4	+ 5,0	0,89	0,92	0,87	0,96	5,5	variab.	0,83	25,0
25	734,19	734,11	733,34	733,33	- 3,0	+ 4,3	+ 4,7	- 0,4	- 3,7	+ 6,2	0,95	0,67	0,63	0,95	»	S. 1	0,14	25,0
26	731,52	730,79	729,96	730,63	- 2,0	+ 3,7	+ 5,8	+ 3,6	- 3,5	+ 8,6	0,88	0,74	0,79	0,87	»	variab.	0,62	24,7
27	730,47	730,87	730,78	731,07	+ 0,2	+ 5,4	+ 6,0	+ 2,5	+ 0,1	+ 7,2	0,89	0,75	0,59	0,80	»	SSO. 1	0,53	24,0
28	729,22	729,21	728,83	729,28	+ 1,0	+ 3,2	+ 4,0	+ 4,1	- 0,7	+ 4,6	0,88	0,83	0,84	0,85	0,7	variab.	1,00	24,0
29	730,76	730,96	729,87	730,60	+ 4,8	+10,2	+10,3	+ 5,6	+ 2,9	+12,8	0,92	0,72	0,67	0,85	»	variab.	0,47	24,6
30	729,78	728,45	725,69	724,87	+ 5,8	+ 9,8	+ 9,8	+ 7,9	+ 3,9	+11,0	0,75	0,60	0,59	0,73	»	SSO. 1	0,92	24,0
31	723,61	724,38	723,80	724,53	+ 4,8	+ 3,3	+ 0,2	+ 0,2	0,0	+ 9,5	0,91	0,95	1,00	1,00	30,4	SSO. 1	1,00	25,0

Moyennes du mois de Janvier 1859.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	735,52	735,98	736,34	735,83	735,38	735,62	735,99	736,24	736,48
2e »	735,90	736,23	736,40	735,96	735,47	735,33	735,42	735,73	735,61
3e »	730,08	730,39	730,66	730,18	729,53	729,38	729,60	729,60	729,46
Mois...	733,71	734,08	734,34	733,87	733,33	733,31	723,54	733,72	733,71

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade,	− 2,56	− 2,89	− 1,30	− 0,40	+ 0,46	+ 0,23	− 0,77	− 1,52	− 2,13
2e »	− 4,07	− 4,10	− 1,24	+ 1,30	+ 2,73	+ 1,78	+ 0,44	− 0,87	− 1,36
3e »	+ 0,10	+ 0,02	+ 2,25	+ 4,84	+ 5,36	+ 4,90	+ 3,44	+ 2,18	+ 1,89
Mois ...	− 2,10	− 2,25	− 0,09	+ 2,01	+ 2,93	+ 2,39	+ 1,11	0,00	− 0,42

Tension de la vapeur.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	3,48	3,42	3,47	3,63	3,58	3,66	3,71	3,57	3,58
2e »	3,15	3,17	3,47	3,60	3,83	3,91	3,67	3,67	3,59
3e »	4,26	4,23	4,52	4,82	4,72	4,72	4,65	4,62	4,35
Mois....	3,65	3,63	3,84	4,04	4,07	4,11	4,03	3,97	3,86

Fraction de saturation.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
1re décade,	0,91	0,93	0,84	0,81	0,75	0,78	0,85	0,86	0,90
2e »	0,93	0 94	0,82	0,72	0,70	0,75	0,78	0,85	0,87
3e »	0,90	0,90	0,83	0,74	0,71	0,73	0,79	0,86	0,83
Mois . .	0,91	0,92	0,83	0,76	0,72	0,75	0,81	0,86	0,87

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		mm	p
1e décade,	− 4,19	+ 1,28	0,33	0,0	30,4
2e »	− 4,90	+ 3,33	0,57	1,4	26,9
3e »	− 1,69	+ 7,33	0,61	36,6	24,8
Mois....	− 3,53	+ 4,09	0,57	38,0	27,3

Dans ce mois, l'air a été calme 1 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 1,65 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 6°,3, E. et son intensité est égale à 31 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1859.

Hauteur de la neige tombée pendant le mois de Janvier : 620mm, répartie comme suit :

le 4	20mm
le 24	150
le 28	120
le 29	10
le 30	140
le 31	180

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°.				TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES.						HYGROMÈTRE.				EAU dans les 24 h.	VENT dominant.	Clarté moy. du ciel.
	8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	8 h. m.	Midi.	4 h s.	8 h. s.	Minim.	Maxim.	8h.m.	Midi.	4 h.s.	8h.s.			
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm		
1	562.33	562,27	562,71	563,81	-15,7	-12,6	-14,5	-13,5	-18,6	-11,7					»	NE. 1	0,00
2	565,50	566,15	566,11	566,81	-12,7	- 9,2	-10,5	-10,9	-15,8	- 8,7					»	NE. 1	0,02
3	565,82	565,78	565,91	566,27	- 9,8	-10,1	- 9,3	- 7,5	-13,7	- 7,3					»	NE. 1	0,08
4	566,24	566,33	565,75	565,64	- 8,3	- 7,2	- 8,8	- 8,0	-10,4	- 5,8					1,4	NE 2	0,67
5	565,74	566,03	566,40	566,97	- 8,5	- 5,2	- 5,6	- 7,0	-10,7	- 4,7					»	NE. 1	0,00
6	568,04	568,07	567,80	567,83	-10,7	- 9,5	-10,3	-10,3	-16,0	- 7,7					»	SO. 1	0,00
7	566,03	565,03	563,89	562,91	-11,0	-10,6	-11,1	-10,7	-13,6	- 9,8					»	NE. 2	0,00
8	560,69	561,26	562,19	563,21	-16,6	-15,0	-17,5	-17,3	-19,0	-12,9					»	NE. 1	0,22
9	567,18	568,10	569,17	570,20	-14,7	-12.7	-12,8	-14,2	-19,5	- 9,9					»	NE. 1	0,02
10	572,02	572,37	572,83	573,60	- 9,9	- 5,8	- 6,7	- 8,2	-14,7	- 5,3					»	NE. 1	0,04
11	573,19	573,16	572,81	572,88	- 4,0	- 3,7	- 3,7	- 1,9	-10,5	- 1,8					»	NE. 1	0,16
12	571,44	570,37	569,66	568,87	- 1,7	+ 0,5	- 3,4	- 1,2	- 3,8	+ 1,0					»	NE. 2	0,02
13	564,15	563,42	562,55	562,56	- 7,8	-11,4	-11,0	-11,5	-12,2	- 7,5					»	NE. 2	0,72
14	563,28	563,76	563,79	564,43	-13,2	-10,8	-12,4	-10,6	-14,9	- 9,5					»	NE. 2	0,10
15	564,79	564,72	564,73	565,13	-13,6	-13 8	-14,9	-12,5	-15,0	-10,9					»	SO. 1	0,04
16	565,49	565,93	566,11	566,62	-12,0	-10,6	-11,8	-12,5	-15,5	- 8,3					»	SO. 1	0,11
17	567,48	568,25	568,59	569,36	-11,3	- 5,4	- 7,5	- 9,9	-15,0	- 4,7					»	SO. 1	0,38
18	569,12	569,08	569,02	569,14	- 9,9	- 5,6	- 6,0	- 8,2	-11,2	- 2,0					»	SO. 1	0,02
19	568,21	567,84	567,37	567,69	- 6,9	- 5,8	- 8,5	- 8,2	- 9,0	- 5.4					»	SO. 1	0,03
20	568,55	568,87	569,10	569,29	-10,6	- 6,8	- 9,0	- 9,3	-12,7	- 5,4					»	variab.	0,00
21	570,04	570,06	569,98	570,21	- 8.1	- 5,0	- 7,3	- 9,8	-11,2	- 4,6					»	SO. 1	0,00
22	569,17	568,47	567,57	566 92	- 8,1	- 4,0	- 5,0	- 9,2	-11,0	- 2,4					»	SO. 1	0,00
23	564,20	562,67	560,82	559,10	-11,0	- 7,8	- 8,2	-10,4	-12,0	- 4.3					»	SO. 1	0,50
24	555,61	556,89	559,10	560,90	-12,3	- 8,3	- 9,8	-10,4	-13,3	- 8,0					10,3	variab.	0,99
25	565,49	566,49	566,45	566,57	-12,6	- 5,8	- 6,0	- 9,7	-14,1	- 4,7					»	variab.	0,00
26	565,22	564,50	564,41	564,61	- 5,8	- 4,3	- 7,3	- 8,3	-10,5	- 3,7					»	NE. 1	0,19
27	563,98	564,23	564,05	564,59	- 9,4	- 4,5	- 5,0	- 6,9	-10,6	- 4,2					»	NE. 1	0,06
28	564,51	564,55	564,23	564,57	- 4,5	- 3,0	- 5,0	- 4,8	-10,0	- 0,7					10,6	NE. 1	0,84
29	565,55	566,23	566,18	566,39	- 5,2	- 4,3	- 6,0	- 7,2	- 7,4	- 3,7					0,8	NE. 1	0,33
30	565,77	565,04	564,13	563,41	- 7,3	- 7,4	- 7,8	- 8,0	- 8,4	- 6,3					9,5	SO. 1	0.73
31	561,04	560,51	559,51	559,16	- 8,8	- 6,2	- 8,1	- 8,7	-11,4	- 5,4					14,0	SO. 2	1,00

Moyennes du mois de Janvier 1859.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	m	mm	mm	mm
1re décade,	565,28	565,96	566,45	566,14	566,05	566 28	566,49	566,72	566,74
2e »	567,39	567,57	567,80	567,54	567,34	567,37	567,52	567,60	567,56
3e »	564,33	564,60	564,71	564,51	564,22	564,22	564,26	564,22	564,28
Mois...	565,62	566,00	566,27	566,01	565,82	565,90	566,03	566,12	566,13

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade,	-12,35	-11,79	-10,90	- 9,79	- 9,36	-10,71	-10,95	-10,76	-10,69
2e »	- 9,38	- 9,10	- 7,96	- 7,34	- 7,03	- 8,82	- 8,46	- 8,58	- 8,71
3e »	- 8,35	- 8,46	- 7,13	- 5,51	- 5,94	- 6,86	- 7,61	- 8,49	- 8,45
Mois...	- 9,98	- 9,74	- 8,61	- 7,48	- 7,39	- 8,74	- 8,96	- 9,25	- 9,26

Hygromètre.

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.
	°	°		mm
1re décade,	-15,20	- 8,38	0,10	1,4
2e »	-11,98	- 5,45	0,15	0,0
3e »	-10,90	- 4,36	0,42	45,2
Mois...	-12,64	- 6,01	0,23	46,6

Dans ce mois, l'air a été calme 5 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 1,88 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. et son intensité est égale à 35 sur 100.

RECHERCHES

SUR

LES LOIS D'ÉVOLUTION DU MONDE ORGANIQUE

PENDANT LA FORMATION DE LA CROUTE TERRESTRE

Par H.-G. BRONN [1].

Sous ce titre, M. Bronn vient de faire paraître en allemand son ouvrage couronné par l'Académie des sciences de Paris. Ce travail avait été fait pour répondre à une question proposée en 1853 par cette Académie, et remise au concours en 1854 sous la forme suivante :

« Etudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires suivant l'ordre de leur superposition ;

« Discuter la question de leur apparition et de leur disparition successive ou simultanée ;

« Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs. »

L'Académie a décidé, il est vrai, l'impression du travail important de M. Bronn ; mais d'après les us et coutumes de cette institution, nous aurons sans doute encore quelques années à attendre avant de voir cette impression terminée. Heureusement que M. Bronn nous a gratifiés d'une traduction allemande de son mémoire qui a sur l'original l'avantage d'abord d'être publiée, puis d'être augmentée d'une foule de notes qui mettent cet ouvrage au niveau de l'état de la science en 1858.

[1] Untersuchungen über die Entwickelungsgesetze der organischen Welt während der Bildungszeit unserer Erdoberfläche, von Dr H.-G. Bronn. Stuttgard, 1858 ; 1 vol. in-8° de 500 pages.

Au lieu de faire une analyse de ce remarquable travail, nous avons pensé devoir soumettre à nos lecteurs une traduction complète du dernier chapitre, dans lequel M. Bronn résume lui-même les résultats essentiels auxquels il est arrivé. C'est cette traduction que nous faisons suivre ci-dessous.

E. C.

I. — *Résultats des recherches de M. Bronn relativement à la distribution des organismes fossiles dans la série naturelle des terrains sédimentaires.*

Les recherches consignées dans cet ouvrage sont une confirmation des lois qui résultent de l'étude purement géologique de l'évolution de la croûte terrestre relativement à l'apparition successive des êtres organisés. En outre, elles mettent au jour certains faits qui ne résultent point immédiatement de ces lois, bien qu'ils ne soient point en contradiction avec elles, faits qui méritent d'attirer plus particulièrement l'attention.

Première loi fondamentale.

1° Les organismes ont apparu dans la série des temps et dans les différents lieux dans des conditions de type et de nombre qui étaient en rapport avec les conditions extérieures d'existence.

2° L'apparition des deux règnes organisés a été simultanée. Elle date presque immédiatement des premiers dépôts neptuniens, c'est-à-dire d'une époque où la chaleur centrale devait exercer encore une influence considérable sur la surface du globe. Ce fut sans doute dès l'origine la tâche des organismes de l'un et de l'autre règne, de maintenir l'atmosphère dans un état tel que les proportions d'oxygène et d'acide carbonique fussent le plus favorable possible à leur propre développement, à supposer du moins que la composition chimique de l'atmosphère fût déjà constante et indépendante d'autres circonstances (cf. n° 8).

3° La population de la surface de la terre était, dans l'origine, très-uniforme sous toutes les latitudes. Ce n'est que vers le milieu de la période tertiaire qu'on vit les flores et les faunes se différencier essentiellement suivant les zones.

4° Soit sous le rapport de la constitution, soit sous celui du nombre, la population primitive de la surface de la terre répondait à un climat chaud, de nature tropicale, uniforme pendant toute l'année, comme cela résulte du fait même que les dissemblances climatériques des différentes zones ne se manifestèrent que plus tard, à la suite d'un refroidissement qui eut les régions polaires pour point de départ.

5° Toutes les modifications successives de la population animale et végétale de la surface du globe ont été réalisées par l'anéantissement des espèces anciennes et l'apparition continuelle d'espèces nouvelles, sans qu'il y ait jamais eu de passage graduel d'une espèce à l'autre.

6° Les types primitifs, soit animaux, soit végétaux, étaient de tous les plus éloignés de la nature vivante actuelle. Quelques-uns en différaient en tant que sous-classes ou en tant qu'ordres, la plupart au moins en tant que genres. Mais à mesure que dans l'histoire de la terre on se rapproche de l'époque actuelle, on voit se manifester une concordance toujours plus grande des genres, ou même, dans certains cas, une identité d'espèces avec notre nature vivante.

7° De tous temps il a existé des faunes et des flores topographiquement distinctes, par suite des différences de conditions dans les stations, en raison de la distribution des mers et de l'élévation des montagnes. Mais à mesure que l'évolution de la surface terrestre multiplia et varia les conditions des stations, à mesure que les mers se divisèrent, que les continents s'étendirent, que les chaînes de montagne s'allongèrent, que les sommités se soulevèrent, on vit aussi se diversifier les types organisés et leur mode de groupement et d'association. Les faunes et les flores topographiques furent plus nettement

tranchées, et, dans tous les cas, le nombre des espèces vivant ensemble devint toujours plus considérable.

8° Parmi les stations de nature remarquable, il faut signaler avant tout les marais immenses de Stigmaria, à l'époque carbonifère. Grâce à leurs racines horizontales, longues et nombreuses, étendues à la surface des eaux, les Stigmarias paraissent avoir fourni avec le temps à une foule d'autres végétaux le sol nécessaire à leur développement. Ceux-ci venant à périr s'enfonçaient dans le marécage, et là, protégés contre l'accès de l'air, ils se transformaient peu à peu et complétement en charbon houiller, ne laissant qu'un petit nombre de débris se décomposer et pourrir à la surface. C'est ainsi que l'accumulation de substances carbonisées pouvait s'opérer d'une manière relativement rapide (à peu près comme dans nos tourbières), et la formation de couches de charbon très-puissantes exigeait par suite un temps peut-être moins considérable qu'on ne le croit d'ordinaire. Les alternances cent fois répétées de couches de houille et de grès ou de schistes argileux nous apprennent qu'il s'opérait alors un affaissement lent et graduel du sol, pendant lequel les couches de matières végétales qui venaient de se former se recouvraient de boue et de sable; puis le sol s'exhaussait de nouveau. Ces affaissements continuels indiquent l'existence à cette époque de mouvements plutoniques[1] de l'écorce terrestre, à la suite desquels des émissions abondantes d'acide carbonique pouvaient avoir lieu pendant longtemps, comme nous voyons que cela arrive de nos jours dans certaines contrées. C'était la tâche de ces forêts marécageuses de s'emparer alors de cet acide carbonique et d'en fixer le charbon dans le fond des eaux. En effet, si

[1] Il est toutefois à remarquer que de tels mouvements du sol n'impliquent point forcément une action plutonique. Les beaux travaux de MM. Bischoff, Volger et autres paraissent montrer, au contraire, que les affaissements de cette nature doivent avoir eu le plus souvent une cause toute neptunienne. (*Note du trad.*)

tout le carbone contenu dans les matières organiques qui sont déposées aujourd'hui dans les terrains sédimentaires sous forme de houille, bitume, etc., avait jamais existé simultanément dans l'atmosphère sous forme d'acide carbonique, ni vie animale, ni vie végétale n'eussent été possibles. Ces marais houillers de Stigmaria, avec leur végétation si particulière, paraissent avoir réapparu çà et là lorsque des affaissements du sol, combinés avec des émissions d'acide carbonique, firent renaître des conditions semblables[1].

9° Bien que l'acide carbonique continuellement émis fut aussi sans cesse et lentement éliminé par les forêts de Stigmaria, il n'en est pas moins probable que les causes d'affaissement du sol (l'élévation de la température), que la quantité d'acide carbonique contenue dans l'air atmosphérique en plus forte proportion qu'aujourd'hui, que le grand développement des marais de Stigmaria sur toute la surface du globe devaient exercer une très-grande influence sur le caractère du reste de la végétation. Mais ce sont là des effets qu'il n'est plus possible d'analyser ni de rapporter avec certitude à leurs causes particulières.

10° Une multitude de plantes et d'animaux, en particulier plus des trois quarts des insectes terrestres, des oiseaux et des mammifères, qui, soit sous le rapport de leur nourriture, soit sous celui de leur habitation, sont forcément liés à certains genres ou même certaines espèces de végétaux, ne pouvaient

[1] C'est la première fois, à notre connaissance, que ces différentes conditions, telles que la composition chimique de l'air, les affaissements de terrain, les marais de Stigmaria et la formation de la houille sont ainsi combinées les unes aux autres. Cette combinaison nous paraît aussi naturelle que nécessaire. Toutefois nous reconnaissons que cette opinion demanderait d'être mieux motivée et pourrait subir quelques modifications. Elle est trop neuve encore pour que nous ayons pu la développer suffisamment. Peut-être pourrons-nous le faire plus tard.

(*Note de l'auteur.*)

naturellement apparaître qu'à la suite de celles-ci. Les animaux et les végétaux inférieurs sont souvent moins étroitement liés à d'autres organismes que d'autres plus élevés dans la série.

11° Les modifications principales qu'eurent à subir les conditions extérieures d'existence des organismes consistaient sans doute essentiellement dans la division de l'océan universel en plusieurs mers, en bassins méditerranéens, en lacs caspiens; dans l'émersion d'îles qui s'agrandissaient ou même se fondaient les unes avec les autres pour former des continents; dans le soulèvement de chaînes de montagnes, etc. Parallèlement à cette transformation de l'écorce terrestre, le monde organisé présentait des modifications analogues. La population de la mer, primitivement toute pélagique, se combina avec une population littorale, puis avec une population terrestre, mais exclusivement côtière, puis enfin avec des populations continentales variant avec les contrées de plaines et les contrées de montagnes. C'est cette série de phénomènes que nous désignons sous le nom d'*évolution terripétale*. Soit par la série successive des organismes, soit par la transformation de ses caractères, même dans les cas où les causes de transformation nous restent inconnues, cette évolution se montre à nos yeux comme une loi de développement tout à fait générale, que nous nommons la *loi terripétale*. Comme, en général, les habitants des côtes sont caractérisés par un degré d'organisation plus élevé que les habitants des profondeurs des mers, et les habitants des terres par un degré d'organisation plus élevé que les habitants des eaux, cette loi est intimement liée avec un développement progressif. Les premières plantes terrestres (si l'on ne tient pas compte des houilles de Portugal, dont la nature silurienne est douteuse) datent de la formation dévonienne; les premiers animaux amphibies apparaissent en fort petit nombre à la même époque. Les premiers véritables habitants des terres, respirant l'air en nature (insectes), et marchant, se montrent dans la

formation carbonifère. A partir de ce moment, le nombre des organismes terrestres alla toujours croissant, et finit par l'emporter sur celui des organismes marins.

Seconde loi fondamentale.

12° En outre de cette première loi, il existe évidemment une loi de création positive et *indépendante* qui se révèle à nous dans la simplicité et l'ordre parfait de toutes les modifications simultanées ou successives du monde organisé. Les conditions extérieures d'existence ne permettaient qu'à un point de vue tout à fait négatif la recherche du plan qui a présidé à la création à chaque moment et dans toute la série des temps. Mais cette seconde loi, grâce à son caractère positif, nous donne le moyen de suivre le fil conducteur avec bien plus de facilité et de conséquence que la première, si complexe, ne permettait de le faire. De là résulte d'abord la stricte uniformité dans toute la création qui existait simultanément à chaque moment donné sur toute la surface de la terre; de là l'apparition et la disparition simultanée de genres et d'espèces dans toutes les régions et sous toutes les zones; de là l'équilibre continuel entre les plantes et les animaux, les animaux terrestres et les animaux aquatiques, les herbivores et les carnassiers dans chaque création, et tout cela réalisé bien plus exactement que cela n'aurait pu avoir lieu sous la seule influence des conditions extérieures d'existence, qui peuvent bien détruire, mais ne peuvent rien produire. Le déroulement du plan de création dans la suite des âges géologiques a eu lieu avec une parfaite conséquence et d'une manière tout à fait indépendante. C'est un fait qu'on ne peut pas plus méconnaître que le développement systématique et progressif et la loi qui le régit. Cependant, il ne faut point se représenter ce développement progressif comme consistant dans l'apparition primitive des seuls phytozoaires, à la suite desquels seraient venus les actinozoaires, puis les malacozoaires, puis les entomozoaires,

puis enfin les spondylozoaires, chaque classe et chaque ordre étant suivi de l'apparition d'une classe ou d'un ordre plus haut placé dans l'échelle de l'organisation. En réalité, les sous-règnes pour lesquels les conditions extérieures d'existence à l'époque la plus ancienne étaient suffisantes apparurent simultanément ou à peu près. Ces sous-règnes étaient représentés par les classes et les ordres les plus inférieurs en organisation par les formes pélagiques, nageuses, respirant l'air à l'aide de branchies. Lorsque plus tard les sous-règnes supérieurs furent rapidement créés les uns à la suite des autres, les classes et les ordres qui avaient apparu d'abord furent représentés par des types de plus en plus élevés. C'est là ce qu'on observe dans beaucoup de cas et dans tous les sous-règnes sans exception lorsqu'on les passe en revue classe par classe et ordre par ordre, de manière à constater l'époque de leur apparition et celle de leur culmination (apparition des végétaux supérieurs, des poissons osseux, des mammifères).

13° Ce plan de succession n'est nulle part plus évident que dans le règne végétal, dans lequel nous voyons apparaître d'abord et simultanément plusieurs sous-règnes, qui furent suivis de l'apparition successive des groupes supérieurs les plus rapprochés d'eux par leur organisation, et qui n'atteignirent eux-mêmes que plus tard leur culmination. La conséquence toute naturelle de cela fut l'apparition relativement bien plus tardive des groupes de végétaux les plus élevés en organisation, groupes qui surpassent tous les autres par le nombre de leurs genres et de leurs espèces, et cependant, autant du moins que nous en pouvons juger maintenant, les conditions extérieures d'existence auraient permis leur apparition dès l'origine. Il ne nous est pas possible aujourd'hui de reconnaître de cause ayant pu avoir pour effet de retarder l'apparition des dicotylédones angiospermées jusqu'à l'époque crétacée, autre que la loi de développement progressif (à moins qu'on ne veuille admettre que les émissions d'acide carbonique aux époques anciennes se soient opposées à leur naissance).

14° L'apparition tardive des dicotylédones angiospermées est sans contredit de toutes les causes celle qui a eu le plus d'importance pour retarder l'apparition de la plupart des animaux terrestres, tels que les insectes, les oiseaux et les mammifères. Toutefois les types marins, omnivores et carnivores, et parmi les genres ou les ordres appartenant à ces classes-là ceux qui se nourrissent de cryptogames et de gymnospermées, ont déjà pu apparaître à une époque plus reculée. Parmi la multitude d'animaux qui vivent aux dépens des dicotylédones angiospermées, il en est en outre une grande quantité qui sont dépendants les uns des autres; ainsi les vertébrés carnivores, les insectes coprophages ou parasites, etc., ne pouvaient apparaître qu'à la suite de certains autres animaux.

15° Le développement progressif ne consiste pas seulement dans le fait que des types nouveaux et plus parfaits venaient s'ajouter aux types inférieurs qui existaient auparavant, mais aussi dans la circonstance que ces derniers décroissaient d'importance à partir de leur point de culmination pour finir par s'éteindre complétement. Il va de soi que certains types apparaissaient dès l'origine avec leur maximum de développement. On trouve par suite simultanément dans chaque sous-règne et même dans chaque classe d'êtres organisés des types en voie de développement et d'autres en voie de décroissance. Les types qui tendent à disparaître sont des types inférieurs au point de vue de leur organisation ou à celui de la série terripétale (par exemple les céphalopodes). Les types qui vont en se multipliant occupent au contraire une place plus élevée à l'un ou à l'autre de ces points de vue. Les groupes qui tendent à se remplacer ainsi les uns les autres se rencontrent en général dans la période mésolithique, mais parfois aussi ils sont séparés par un intervalle plus ou moins long. En outre, il existe des groupes d'organismes dont le développement numérique reste à peu près le même à travers toutes les pé-

riodes. Ce sont là le plus souvent des ordres ou des sous-ordres inférieurs, composés peut-être encore parfois de deux groupes qui tendent à se remplacer l'un l'autre.

16° Tous les grands phénomènes relatifs à l'ordre d'apparition des diverses subdivisions du règne organisé résultent des lois que nous avons développées jusqu'ici, et qui peuvent se résumer comme suit : *a*) adaptation aux conditions extérieures d'existence ; *b*) mouvement terripétal ; *c*) développement progressif, c'est-à-dire apparition successive de formes à organisation de plus en plus compliquée. L'apparition de toutes ces subdivisions est subordonnée à ces lois, à l'exception de celle de certains groupes d'importance secondaire (sous-ordres ou familles). Parmi ces quelques exceptions sans importance, on peut citer l'apparition tardive de certains groupes de poissons téléostéens, l'apparition prématurée de certains reptiles terrestres (lacertiens thécodontes et acrodontes), qui précédèrent les sauriens aquatiques (nexipodes et émydosauriens), et l'extinction rapide des dinosauriens, à organisation si élevée, au moment de l'apparition des mammifères. Mais ces faits sont si isolés, qu'on ne peut les considérer que comme des exceptions à la règle. Il est vrai cependant que, si dans ces considérations on veut descendre jusqu'aux familles d'importance minime, on verra ces exceptions se multiplier. Mais bien que les lois que nous venons d'énumérer aient présidé sans aucun doute à la création, nous sommes loin de prétendre qu'elles soient aussi mathématiquement absolues (abstraction faite, bien entendu, des effets négatifs et décisifs de la loi des conditions extérieures d'existence) que la loi d'attraction universelle ou que la loi d'affinité, ou que telle autre loi qui ne souffre pas d'exception. Nous ne savons du reste pas encore de quelle règle le créateur lui-même s'est servi pour la détermination de l'ordre systématique des êtres.

17° Un grand nombre de phénomènes paraissent, il est vrai, satisfaire à la loi du développement successif de séries

d'organismes répondant à des types embryonnaires, telle qu'elle a été formulée par M. Agassiz. Toutefois, les différents caractères que présentent les organismes résultant de la métamorphose d'un type embryonnaire ne sont point tous des signes de perfectionnement graduel. Ce sont des variations sur un seul thème d'organisation, sur une pensée fondamentale unique. - 18° Tous les phénomènes que nous déduisons de la loi d'adaption aux circonstances extérieures d'existence, de la loi d'évolution terripétale et de celle du développement progressif, nous montrent une marche régulière depuis le commencement jusqu'à la fin des âges géologiques. Cependant, il est deux moments qui, par leur importance, se détachent d'eux-mêmes sur ce cours uniforme de l'histoire de la terre, l'un terminant la période paléolithique, et l'autre précédant immédiatement la période cénolithique. Le premier correspond à l'extinction des marais de Stigmaria; cette extinction entraîna la cessation de phénomènes particuliers et très-généraux à la surface de la terre qui étaient intimement liés à l'existence de ces fondrières d'ordre singulier; elle entraîna aussi la disparition d'un grand nombre de types paléothiques. Le second correspond à la disparition des ammonites et des bélemnites, à l'apparition première, ou se manifestant pour la première fois sur une échelle considérable des dicotylédones angiospermées, des poissons téléostéens, des oiseaux habitant des arbres, et enfin des mammifères. La multiplication du nombre des genres et des espèces reçut par là une nouvelle impulsion. C'est de ce moment que datent les premières traces d'une différentiation de climats répondant aux différentes zones du globe terrestre.

II. — *Résultats des recherches relatives à la gradation ou à la simultanéité de l'apparition et de la disparition des êtres organisés.*

Les résultats auxquels nous sommes arrivés relativement à l'apparition et l'extinction graduelle ou simultanée de tous

les organismes d'une même époque peuvent se résumer de la manière suivante :

1° La création de nouvelles espèces et la disparition de types anciens dura d'une manière continue, sauf de légères oscillations, sans être restreinte à certaines périodes de création, bien qu'il soit facile de se représenter que certains événements géologiques aient pu çà et là amener l'extinction simultanée d'un nombre d'espèces plus ou moins grand.

2° La durée d'existence a été très-variable suivant les espèces. Certains types spécifiques ont duré 2, 3, 4 ou 5 fois aussi longtemps que d'autres, si bien que quelques-uns n'existèrent que pendant une petite fraction du temps nécessaire à la formation d'un terrain dans le sens géologique du mot, tandis que d'autres survécurent à la formation de deux ou trois terrains ou même davantage. Ces phénomènes pouvaient avoir lieu sur un certain point de la surface du globe seulement, et ne pas se présenter ailleurs.

3° Il n'y a donc pas de terrains tranchés dans le sens paléolithique du mot, pas de créations tranchées, pas de flores ni de faunes successives bien limitées, pas plus qu'il n'existe de terrain qui conserve simultanément dans toutes les parties du monde les mêmes caractères minéralogiques, la même puissance, les mêmes limites lithologiques et paléontologiques.

4° Un terrain géologique ou une faune et une flore géologiques, c'est l'ensemble des couches sédimentaires qui se forment sur toute la terre pendant un certain espace de temps ou bien l'ensemble des animaux et des plantes qui ont vécu pendant cet espace de temps. Peu importe ici que le caractère lithologique, la puissance, les limites de démarcation de ces couches aient été uniformes sur toute la surface du globe, ou qu'elles aient varié de lieu en lieu, adoptant là tel facies, ailleurs tel autre ; peu importe que les diverses espèces d'organismes appartenant à cette époque aient vécu depuis son com-

mencement jusqu'à sa fin, ou n'aient duré qu'une partie de ce temps, qu'elles aient dépassé ou non les limites assignées à ce terrain.

5° Lorsque le dépôt de couches identiques, répondant à un état identique et constant de la mer, durait plus longtemps dans une contrée que dans une autre, la population de cette mer et les débris organiques de cette population pouvaient subsister là plus longtemps sans subir de modification.

6° Lorsqu'un état identique de la mer réapparaissait pendant le dépôt d'un terrain immédiatement consécutif, ou bien à la suite d'un intervalle plus ou moins long pendant lequel d'autres terrains avaient pu se déposer, la même population marine pouvait reparaître dans la même localité et donner lieu à des débris organiques identiques inclus dans des couches supérieures. Ainsi se formait ce qu'on a appelé en géologie *des colonies*. Toutefois il est probable que ce phénomène ne pouvait se présenter que lorsque les mêmes espèces avaient continué à vivre dans l'intervalle, peut-être en nombre extrêmement réduit, dans quelque autre localité. Nous avons cependant montré comment il se peut faire que des restes d'espèces parfaitement identiques passent dans des roches de toute autre nature qui furent déposées par des mers très-différentes.

7° Il n'existe peut-être pas de terrains immédiatement superposés l'un à l'autre, pas de faunes ni de flores consécutives sans que certains organismes soient communs aux deux. Le nombre des espèces communes peut varier entre 0,01 et 0,10.

8° Toutefois, lorsque dans de certaines localités il y a eu des mouvements subits du sol, un échauffement de la croûte terrestre, des émissions de vapeurs sulfuriques, d'acide carbonique ou d'autres gaz nuisibles, de longues interruptions dans la formation des dépôts, des redressements de couches, etc., il arrive le plus souvent que les passages d'espèces d'un terrain à l'autre sont plus rares que lorsque les dépôts se sont faits d'une manière régulière et sans aucune interruption.

9° La moyenne de la durée absolue des organismes était suffisamment longue pour qu'il n'y ait pas lieu de s'étonner des différences importantes que les espèces présentent sous ce point de vue, bien que l'histoire de ces espèces ne nous soit souvent racontée que par des couches de faible épaisseur, au point qu'il doive nous arriver fréquemment de considérer comme simultanés des phénomènes qui ont été séparés par de longs espaces de temps.

III. — *Résultats concernant la nature des rapports qui relient l'état actuel du règne organisé avec ses états géologiques.*

Dans tout ce qui précède nous avons eu égard, non-seulement à l'état ancien, mais encore à l'état actuel des choses. Nous avons poursuivi les modifications que nous présente le monde organique dans les périodes anciennes, non-seulement jusqu'au seuil de la création contemporaine, mais encore jusqu'au cœur de celle-ci. Nous avons vu ces modifications ne point s'arrêter toutes au seuil de la nature actuelle, mais souvent continuer leur marche sans interruption, si bien qu'il nous devient difficile de dire exactement où se trouve ce seuil. Les groupes de plantes ou d'animaux qui étaient en voie de diminution rapide sur la fin des âges géologiques, ont continué à diminuer dans l'époque actuelle (parmi toutes les espèces fossiles ce sont les mollusques marins qui nous sont le mieux connus et dont l'étude est ici le plus décisive). Ceux qui étaient au contraire en voie d'augmentation ont continué à se développer. Au commencement il existait un certain nombre d'ordres et de sous-ordres entièrement étrangers à notre création actuelle, et tous les genres, à l'exception de 1 à 3 pour 100, étaient différents de ceux d'aujourd'hui. Peu à peu le nombre de ces types étrangers alla en diminuant. Le nombre des genres qui se sont conservés jusqu'à nous devient de plus en plus considérable. Dans la série successive des âges ce nombre s'éleva graduellement de 20 à 40, 60, 80, 90 et enfin 100 p. 100. Peu

à peu, et cela déjà sur la fin de la période crétacée, on vit apparaître quelques espèces isolées qui se sont conservées jusqu'à nos jours. Leur nombre s'éleva, à partir de la période éocène, graduellement jusqu'à 20, 60, 80, 90, 95 et 99 pour 100, bien qu'il ne soit pas possible jusqu'ici de démontrer une gradation aussi régulière pour toutes les classes. Mais quelque graduel qu'ait été ce passage des faunes et des flores géologiques à la nature actuelle dans le midi de l'Europe (d'après Philippi), il serait fort possible que, dans d'autres contrées, une grande partie de la série des couches intermédiaires fît défaut, et que, par suite, dans ces pays-là la distinction des formations marines appartenant à ces deux périodes se montrât bien plus tranchée qu'en Europe. De même la séparation de deux formations plus anciennes peut être bien plus tranchée dans un pays que dans l'autre pour des raisons tout analogues. Ce passage graduel des créations anciennes à la création contemporaine ne se trahit pas seulement dans la proportion toujours croissante des espèces identiques, mais encore dans la différentiation toujours plus prononcée des flores et des faunes suivant les zones depuis les temps éocènes jusqu'à nos jours. La formation de flores locales et de faunes locales depuis l'époque éocène jusqu'aux époques pliocène et diluvienne montrait déjà les mêmes caractères locaux que les flores et les faunes d'aujourd'hui. Dans chaque contrée vivaient déjà les mêmes familles caractéristiques, les mêmes genres et une grande partie des espèces que nous y voyons séjourner aujourd'hui. Les couches tertiaires les plus récentes d'Angleterre renferment une faune de testacés qui concorde avant tout avec celle de la mer du Nord; la faune de ces mêmes couches en Italie trouve sa congénère dans la faune actuelle de la Méditerranée; dans les Indes occidentales nous voyons la faune de la mer actuelle concorder en majeure partie avec la faune tertiaire la plus récente des îles. Les cavernes à ossements d'Europe et du nord de l'Asie sont surtout

riches en débris d'ours, d'hyènes, de bœufs, de cerfs, d'éléphants, c'est-à-dire de genres dont les espèces (bien que pour la plupart différentes des espèces diluviennes) vivent encore aujourd'hui en grande partie dans les mêmes contrées. Dans les cavernes de l'Amérique méridionale, nous voyons dominer les restes de quadrumanes platyrhines et d'édentés, et même, pour ce qui concerne ces derniers, des restes appartenant à des genres qui vivent encore dans ces pays-là, ou qui sont extrêmement proches voisins des genres actuels; quelques espèces même sont identiques. Dans les cavernes à ossements de l'Australie, enfin, on n'a trouvé que des ossements de didelphes, et nous savons qu'aujourd'hui encore on ne trouve sur ce continent presque que des mammifères appartenant à cette division. Une des preuves les plus remarquables du passage graduel d'une période à l'autre ressort de l'étude des antiques forêts de *Taxodium distichum* de la Louisiane (qui ont subsisté en majeure partie pourtant dans la période actuelle).

L'apparition de la végétation dicotylédone, à la fin de la période crétacée et au commencement de la période tertiaire, a été à plusieurs reprises représentée comme un événement d'une importance immense pour le développement de toute la faune terrestre. Son importance est, en effet, incalculable comparativement aux caractères si peu saillants auxquels nous sommes obligés de recourir pour séparer la période tertiaire de l'époque actuelle. Aussi est-on souvent tenté de reculer les limites de la période la plus récente jusqu'à ce moment-là, et de confondre les terrains tertiaires et récents en une seule période commune. En effet, pour distinguer la période tertiaire de la période actuelle on est obligé d'avoir recours à l'un ou à l'autre des trois événements suivants, qui se sont, il est vrai, probablement suivis de près, mais qu'on ne peut pas montrer avoir été synchroniques :

1° La dernière apparition de plantes ou d'animaux actuels;

2° La dernière extinction d'espèces anciennes sans intervention de la main de l'homme;

3° L'apparition de l'homme lui-même.

La date de ces trois événements ne peut être déterminée que par l'étude des débris fossiles qui parviennent à notre connaissance. Mais c'est là une théorie difficile, car les résultats de nos recherches à cet égard ne peuvent jamais être considérés comme définitifs, de plus il ne s'agit probablement ici que de différences chronologiques assez minimes.

Le pliocène marin contient encore des espèces de mollusques étrangères aux temps antérieurs (V. Philippi, Wood, d'Orbigny) unis à d'autres qui existaient déjà aux temps miocènes; elles ont donc apparu dans le cours de l'époque pliocène. Le terrain diluvien lacustre présente des faits analogues pour ce qui concerne les mammifères terrestres. Des ossements identiques avec des débris diluviens ont été trouvés dans les sables miocènes subapennins et dans le *mammalian-crag* d'Angleterre. Mais on n'a pas encore réussi à déterminer (et l'on n'y réussira peut-être jamais à cause du défaut de caractères constants) à quel niveau des couches pliocènes les dernières espèces ont apparu.

Avec la fin des formations pliocène et diluvienne disparurent les dernières espèces animales et végétales qui s'éteignirent indépendamment de l'action de l'homme, car dans les couches d'alluvion l'on ne rencontre plus que des débris d'espèces encore actuellement existantes. Toutefois, on pourrait objecter à cette manière de voir que, dans les couches pliocènes les plus récentes, le nombre des espèces éteintes ne s'élevant plus qu'à une quote très-faible pour cent, la détermination de l'âge doit devenir fort incertaine pour peu que les restes organiques soient peu abondants. En effet, il peut facilement arriver dans ce cas que les rares espèces éteintes n'aient pas été conservées dans la localité que l'on considère, bien qu'elles

aient pu l'être dans d'autres. On court par suite le danger de déclarer terrain d'alluvion des couches qui sont dans le fait ou diluviennes ou pliocènes, et d'utiliser comme preuve le point qu'il s'agissait de démontrer. Nous ne sommes point sûrs que de pareilles erreurs n'aient pas été commises dans des cas qui ont servi à décider la question. Enfin, comment croire, après tous les faits rappelés plus haut, que les derniers 5, 4, 3 ou 2 pour 100 des espèces éteintes de la population pliocène aient cessé de vivre au même moment sous l'équateur et au pôle, dans le fond des mers et à la surface des continents.

C'est une question tout aussi perplexe à trancher que de savoir si l'homme a vécu simultanément avec des espèces éteintes qui auraient cessé d'exister sans intervention historique de sa part, ou s'il n'a apparu qu'après leur extinction. L'apparition de l'homme, qui a eu une si grande influence sur l'état actuel de notre planète et sur le développement de toute la nature, l'entrée sur la scène du monde de ce « Seigneur de la création » pour la réception duquel tout le reste devait n'avoir été qu'une œuvre préparatoire, c'est là un événement dont on aurait volontiers fait le point de départ d'une ère nouvelle dans l'histoire de la terre. Il est vrai qu'on a trouvé fréquemment des ossements humains et des débris d'objets d'art mêlés à des restes d'animaux diluviens. Mais on pensait pouvoir se débarrasser de ces faits par l'hypothèse que ces os n'étaient point dans des rapports d'association primitifs, qu'ils avaient été réunis à une époque postérieure par des courants d'eau ; ou du moins on objectait qu'on ne peut démontrer l'inanité d'une semblable hypothèse. En particulier sir Ch. Lyell a tenté d'expliquer la juxtaposition d'ossements humains avec des restes diluviens, observés dans la Louisiane par Dickeson, au moyen d'éboulements de terrains argileux à la suite d'érosions souterraines dans une localité où se trouvaient des tombeaux indiens au-dessus des débris diluviens. Les observations suivantes seraient plus difficiles à réfuter

si elles avaient été entourées de toutes les garanties nécessaires. Dans une caverne à ossements du Brésil, M. Lund a trouvé un crâne semblable à celui des aborigènes actuels, et d'autres ossements humains entre des os de Platonyx et de Chlamydotherium. Les uns et les autres étaient pétrifiés de la même manière, pénétrés d'incrustations ferrugineuses toutes semblables, offrant la même cassure métallique. Sur quatre-vingts cavernes à ossements du Brésil, M. Lund affirme en avoir trouvé six où les ossements humains étaient associés à des débris d'animaux éteints, et, bien qu'aucune de ces observations ne puisse être considérée comme une preuve absolue, M. Lund inclinait à admettre que ces hommes et ces animaux avaient vécu simultanément.

Il faut mentionner encore ici la juxtaposition d'ossements humains, de débris de poterie et autres produits d'art avec des restes de mammifères éteints dans l'argile et la brèche osseuse de Bize, près de Narbonne, d'après MM. Marcel de Serres, Tournal et Lecoq; les observations analogues de M. Schmerling dans les cavernes à ossements de Louvain; celles de M. Marcel de Serres dans les cavernes de Mialet; les trouvailles du même genre dans les déjections volcaniques récentes de la Denise, près du Puy, en Auvergne, et surtout celles des fentes de rochers de l'Albe wurtembergeoise, où l'on a découvert cinq molaires humaines dans les régions les plus profondes et dans un état de fossilisation identique à celui des ossements d'hippotherium, de tapir et de mastodonte qu'on a trouvés à côté, faits qui nous sont garantis par MM. Jæger, Kurr et Quenstedt. Une seule circonstance pourrait faire naître quelques scrupules, savoir que ces cinq dents sont toutes identiques par leur forme, et que, bien que répondant à la dernière molaire de la mâchoire inférieure (chez les Mongols, les Finnois et les nègres), elles se ressemblent encore plus entre elles qu'elles ne ressemblent à celle-ci.

Tous les cas que nous venons de citer sont de telle nature

qu'un juge dépourvu de toute idée préconçue adopterait sans hésiter l'existence simultanée d'ossements humains et de restes d'animaux fossiles dans les mêmes couches. Toutefois, celui qui veut les soumettre à la critique la plus sévère peut encore laisser la porte ouverte à certains doutes.

Il est partant inutile, à nos yeux, de parler des cas où l'on a victorieusement réfuté la prétendue trouvaille d'ossements humains, remontant à l'époque diluvienne ou à un âge plus ancien encore. Nous ne nous arrêterons pas non plus aux traditions que les habitants de la Nouvelle-Zélande et de Madagascar conservent relativement à l'existence d'oiseaux gigantesques, tels que le Moa (Dinornis) et l'Aepyornis dans des contrées reculées, oiseaux dont on trouve maintenant des œufs et des squelettes dans des couches d'âge fort récent, car il est possible que ces traditions reposent uniquement sur l'existence de ces débris fossiles, et, dans tous les cas, elles ne sont point appuyées de preuves suffisantes.

Néanmoins, tous ces faits, bien que ne prouvant point encore d'une manière irréfragable la coexistence de l'homme avec des espèces animales aujourd'hui éteintes, méritent dans tous les cas d'être examiné sérieusement. Si dans l'état actuel de la science on les rapproche de la découverte que nous avons mentionnée dans cet ouvrage d'un crâne d'Indien à une grande profondeur dans les dépôts de cyprès de la Louisiane [1], il faudra reconnaître qu'il est bien difficile d'établir une ligne de démarcation tranchée entre l'époque tertiaire et l'époque actuelle.

[1] L'auteur fait ici allusion au fait suivant : MM. Dickeson et Brown ont trouvé dans la Louisiane un dépôt de troncs de cyprés fossiles (*Cupressus disticha*, Lin., *Taxodium distichum*, Rich.) appartenant à la même espèce qui existe encore aujourd'hui dans les régions exposées aux inondations du Mississipi. Ce dépôt est formé de dix couches de cyprés, disposées verticalement les unes au-dessus des autres, et séparées par des couches de terre. On y a rencontré dix troncs de fort diamètre, pour chacun desquels le compte des couches ligneuses d'accroissement a donné

Résultats nouveaux.

En 1848 et 1849 nous indiquions déjà dans l'*Index paléontologicus* (2me partie, page 746-913) plusieurs des résultats consignés dans le présent ouvrage relativement à l'apparition des organismes à la surface de la terre, mais sans que ces faits fussent représentés comme découlant d'une théorie positive, comme résultant d'une cause commune. Déjà alors nous signalions le passage des espèces d'un terrain à l'autre, la variabilité de leur durée d'existence, l'accroissement du

une durée d'environ 5700 ans. Au-dessus de la plus récente de ces couches de cyprès croît maintenant une forêt de chênes verts, dont on estime l'âge à 1500 ans. M. Dowler (*Jamson's Journal*, 1854, LVII, p. 374—375) se base sur ces faits pour établir les calculs chronologiques suivants. Les terrains formés par les alluvions du fleuve ne produisaient primitivement que des herbes luxuriantes ; c'était une vaste fondrière au sol mouvant. Ce n'est que peu à peu, lorsque le terrain se fut exhaussé et fut devenu plus solide, que les forêts de cyprès purent s'y établir. On sait, grâce aux anciennes données de Strabon, que le Nil, pendant l'espace de dix-sept siècles, n'a exhaussé le sol de l'Egypte par ses dépôts d'alluvion que de cinq pieds anglais par siècle. D'après un pareil étalon de mesure, il faudrait admettre que ce ne fut qu'au bout de 1500 ans que le sol de la fondrière mouvante devint assez ferme pour porter des cyprès. Si l'on considère maintenant que quelques-uns des cyprès que nous trouvons dans cette forêt fossile ont atteint l'âge fort élevé de 5700 ans, et si l'on fait attention que, pour chacune des dix couches de ce dépôt, nous sommes obligés d'admettre des générations de cyprès se succédant peut-être en grand nombre pour être ensuite renversées et abandonnées à la décomposition avant l'époque où se sont développés les arbres encore actuellement vivants, on ne pourra pas taxer d'exagération le calcul qui admettra pour la durée du dépôt de chaque couche un espace de temps répondant au moins à deux générations de cyprès. On voit donc que chacune des forêts qui donna lieu à la formation d'une des couches de ce dépôt dura au moins 11,400 ans avant que, le sol venant à s'enfoncer, il y eût de nouveau irruption des eaux et formation d'une nouvelle fondrière. Le terrain marécageux de cette nouvelle fondrière se solidifia à son tour et put produire une nouvelle forêt de cyprès, dont la durée ne fut pas inférieure à celle de

nombre des espèces, des genres, des ordres et des classes dans les périodes récentes, circonstances qui parlent en faveur de

la première. Puis cette forêt s'enfonça à son tour, et le même phénomène se répéta dix fois de suite. Pour la dernière de ces alternances, le calcul donne donc le résultat suivant :

Formation et solidification de la fondrière.	1,500	ans.
Durée de deux générations de cyprès.	11,400	»
Durée de la forêt de chênes actuelle après la mise à sec et l'élévation du sol	1,500	»
	14,400	ans.

Les neuf premières fois il n'y eut pas de soulèvement et de dessèchement du sol après le développement des forêts de cyprès, et la naissance de forêts séculaires de chênes ne fut pas possible. Mais comme les affaissements du sol, qui mettaient fin à l'existence de chaque forêt de cyprès, produisirent souvent un abaissement de la surface bien inférieur au niveau de la fondrière primitive, on peut, sans grande chance d'erreur, conserver ce chiffre de 1500 ans pour chacune des dix périodes précédentes, et l'on trouve alors que la formation du dépôt complet exigea un espace de temps équivalent à 11×14,400, c'est-à-dire à 158,400 ans, et pendant toute cette immense période la végétation du pays a conservé, en majeure partie du moins, les mêmes caractères ! A la Nouvelle-Orléans, on a trouvé à seize pieds au-dessous du sol, dans la quatrième de ces couches à partir de la surface, un crâne humain bien conservé, et correspondant tout à fait par sa forme aux crânes des aborigènes américains actuels, accompagné de restes de bois consumés. Il faut en conclure que ce pays fut déjà habité il y a 57,600 ans (4×14,400) par des hommes de la race américaine.

Tel est le calcul de M. Dowler. Maint élément de ce calcul est, il est vrai, quelque peu hypothétique, toutefois ces faits suffisent à montrer, avec une très-grande probabilité, l'immense durée d'une époque postérieure à la période diluvienne, à moins qu'on ne veuille considérer les couches inférieures au crâne humain comme appartenant encore à l'âge cénolithique, opinion en faveur de laquelle l'observation locale en Louisiane ne paraît point parler. Toutefois, il vaut la peine de remarquer que ce cyprès (*Taxodium distichum*), sur lequel on paraîtrait pouvoir s'appuyer pour démontrer la longue durée de l'époque postdiluvienne, est l'une des trois espèces dont l'existence se laisse poursuivre, d'après M. Gœppert, sur le sol d'Europe depuis le miocène supérieur jusqu'à l'époque actuelle (sous le nom de *Taxodites dubius*).

l'existence d'un climat plus chaud et plus uniforme dans les périodes anciennes. Déjà alors nous signalions le perfectionnement progressif des différents sous-règnes par l'apparition successive de groupes plus parfaits et l'extinction d'autres groupes d'organisation inférieure, et l'influence des conditions extérieures d'existence sur l'apparition successive des divers types animaux et végétaux à la surface de la terre, en entendant par ces conditions extérieures, soit les conditions atmosphériques, soit les conditions de configuration du sol, soit l'action d'autres êtres organisés. Avant 1848 ces différents points de vue n'avaient pas encore été étudiés avec soin en détail, et ceux qui, comme le développement successif de la création de l'organisation la plus simple à la plus complexe, avaient fait l'objet d'études spéciales de la part d'autres auteurs, semblaient conduire à des résultats peu d'accord avec les connaissances plus anciennes. Les conclusions auxquelles nous arrivâmes dans l'*Index paleontologicus* restent vraies aujourd'hui comme alors. Les recherches récentes les confirment de tous points.

Néanmoins le travail actuel est riche en résultats nouveaux. Il pose la loi d'adaptation des faunes et des flores successives aux conditions extérieures d'existence en loi fondamentale qui domine toutes les autres. Considérée sous son côté négatif, cette loi est absolue et exclut tout phénomène qui serait en contradiction avec elle; mais considérée sous son côté positif, elle permet le jeu d'autres lois subordonnées à elle ou indépendantes. Ce travail nous montre la nécessité de l'apparition simultanée des plantes et des animaux, et nous enseigne que tous les phénomènes résultant de cette loi fondamentale en découlent avec conséquence d'une manière nécessaire et immédiate. Il confirme par conséquent la théorie géologique aujourd'hui en faveur par des preuves paléontologiques. Il renverse par des faits positifs et incontestables l'ancienne idée des flores et des faunes tranchées confinées dans des terrains parfaitement limités, déterminés par des limites lithologiques restant les mêmes sur toute la

surface du globe. Il démontre l'inégalité de durée des espèces organiques coexistant dans le même terrain. Il présente la loi d'évolution terripétale comme une expression de la transformation graduelle de la surface du globe et de son influence sur l'ensemble des caractères successifs des flores et des faunes. Il établit la seconde loi fondamentale, savoir : celle du développement progressif (cheminant de concert avec la progression qui pouvait déjà résulter simplement de la loi terripétale). Il expose en détail et d'une manière décisive l'importance de l'apparition des dicotylédones angiospermées comme condition d'existence pour toute la faune terrestre. Il fait enfin toucher au doigt l'importance des rapports synchroniques qui existaient entre les affaissements constatés du sol unis à l'émanation d'une grande quantité d'acide carbonique aussitôt éliminé par la formation de la houille et l'existence des singulières forêts de Stigmaria, liées à une végétation qui ne se composait que de cryptogames vasculaires et de dicotylédones gymnospermées à l'exclusion des angiospermées. Ces conditions de végétation si particulières paraissent avoir reparu, toutefois avec un développement tout local dans le cours de la période jurassique. Nous sommes convaincus que ces forêts avaient pour tâche de maintenir l'atmosphère dans un état respirable à une époque où l'acide carbonique était émis en plus grande abondance qu'aujourd'hui, et même de la rendre plus propre à la respiration, bien que les preuves positives nous fassent défaut à cet égard. Une faune de vertébrés abondante et à respiration active eût agi à la longue en sens contraire d'une manière nuisible. Si cette opinion devait se confirmer, le fait du développement progressif du règne végétal rentrerait, en partie tout au moins, dans la dépendance de la loi d'adaptation des créations successives aux conditions extérieures d'existence. L'unité des lois et des phénomènes ne ferait qu'y gagner.

Les résultats auxquels nous sommes arrivés reposent sur l'état actuel de notre connaissance du monde fossile. De nou-

velles découvertes peuvent donc toujours y apporter certaines modifications. Cependant les lois générales que nous avons établies reposent sur des faits trop nombreux pour que les quelques exceptions qu'on pourrait découvrir par la suite pussent suffire à les renverser complétement. Bien que la nature ait suivi, dans la création des êtres organisés, la marche que nous avons indiquée, nous ne pouvons cependant point admettre que quelque exception, quelque déviation de la règle n'ait pas eu lieu çà et là par suite de causes à nous inconnues. Les phénomènes qui nous occupent ici ne sont point de telle nature qu'on puisse les déduire d'une loi fondamentale avec autant de certitude qu'on peut déduire la chute d'un corps ou l'orbite d'une planète de la loi de l'attraction universelle. Les causes qui président à ces phénomènes sont trop multiples et trop dissemblables pour qu'il soit possible d'en calculer *a priori* le résultat avec exactitude. Mais à supposer même qu'une loi parfaitement stricte fût à la base de ces phénomènes, la connaissance que nous aurons des restes organiques inclus dans les couches de l'écorce terrestre ne pourra jamais être que fragmentaire. Nous ne pourrons jamais être sûrs qu'il ne nous échappe pas encore certains faits dont la révélation serait d'une haute importance pour le développement de nos connaissances.

Quelle que soit la manière dont on accueille les résultats auxquels nous sommes arrivés, nous n'avons cherché que la vérité. Les lois que nous avons développées comme résultant d'une théorie géologique, s'étaient révélées, à nos yeux, dès longtemps dans la nature, car depuis de longues années nous n'avons jamais été guidés que par un seul mobile :

« *Natura doceri.* »

SUR LA PROPAGATION DE L'ÉLECTRICITÉ DANS LES ÉLECTROLYTES

Par M. R. CLAUSIUS.

(*Annales de Poggendorff*, 1857, n° 7.)

Dans un mémoire dont les *Archives* ont publié un extrait[1], M. Clausius a montré que la loi des effets calorifiques d'un courant constant dans un conducteur linéaire se déduit de la loi de Ohm sur la constitution du courant et du principe de l'équivalence mécanique de la chaleur. On se rappelle que l'auteur ne considérait que les conducteurs dans lesquels la propagation de l'électricité s'opère sans action chimique (conducteurs de première classe). Le mémoire plus récent sur la propagation de l'électricité dans les électrolytes se compose de deux parties distinctes. La première a pour objet d'étendre aux électrolytes (conducteurs de seconde classe) ce qui a été démontré pour les conducteurs de première classe relativement à la loi des effets calorifiques. Dans la seconde, M. Clausius expose une théorie nouvelle de la constitution moléculaire des électrolytes et de leur décomposition électro-chimique.

Première partie. — Si l'on considère un électrolyte traversé par un courant d'intensité constante qui n'effectue aucun travail extérieur, l'évaluation du travail intérieur développé dans un volume du conducteur limité par une surface quelconque se fera de la même manière que pour un conducteur

[1] *Théorie mécanique de la chaleur appliquée aux effets thermiques de l'électricité*. (*Archives des sciences physiques et natur.*, nouvelle période, tome II, p. 289.)

de première classe, et on trouvera de même pour l'expression de ce travail :

$$T = k \int V \frac{dV}{dN} \, d\omega \text{ [1]}.$$

Dans les conducteurs de première espèce, où le courant ne produit aucune modification moléculaire, il est naturel de supposer que le travail mécanique est entièrement converti en chaleur. Dans les électrolytes, on est conduit à chercher si une portion du travail n'est pas employée à effectuer les décompositions chimiques. Or, en considérant un volume donné de l'électrolyte, on voit qu'au bout d'un temps quelconque il n'a pas subi de modification moléculaire sensible, c'est-à-dire qu'il y a eu durant ce temps un nombre égal de décompositions et de recompositions des mêmes éléments. D'ailleurs, si l'on admet qu'une décomposition représente un certain travail positif effectué par le courant, on doit supposer que la combinaison des mêmes éléments représente un travail égal, mais négatif. La somme des travaux relatifs à toutes ces actions chimiques est donc nulle, et le travail total effectué par l'électricité doit être considéré comme converti en chaleur. Ainsi, la chaleur développée dans un volume de l'électrolyte a pour expression, comme dans le cas des conducteurs de première espèce :

$$H = Ak \int V \frac{dV}{dN} \, d\omega \text{ [2]}.$$

Seconde partie.—La marche suivie par l'auteur consiste à montrer d'abord que les idées généralement admises sur l'état moléculaire d'un liquide composé, lorsqu'on suppose que ses éléments constitutifs sont maintenus unis dans la molécule composée tant qu'une force nouvelle n'agit pas sur lui, sont in-

[1] Voyez *Archives*, tome II, page 298.
[2] Voyez *Archives*, tome II, page 298.

compatibles avec le phénomène de l'électrolyse; on est donc conduit à envisager cet état moléculaire d'une façon nouvelle, et M. Clausius expose l'hypothèse qui lui paraît la plus plausible.

On doit considérer la molécule composée d'un électrolyte comme résultant de la combinaison des deux molécules composantes, l'une électro-positive, l'autre électro-négative. Que ces dernières soient simples ou non, elles possèdent des tensions électriques égales et de signes contraires, les conservent dans leur combinaison, et c'est l'égalité de ces tensions qui produit leur neutralisation quant aux effets extérieurs.

On admet d'ordinaire que les molécules composantes sont unies deux à deux par une attraction électrique, qui les maintient dans des positions relatives déterminées, et il s'agit maintenant de concevoir comment la décomposition électro-chimique peut s'effectuer dans un électrolyte ainsi constitué.

M. Clausius suppose admise la théorie de M. Kirchhoff sur la constitution du courant d'après laquelle la force électrique qui, en chaque point du conducteur, tend à pousser l'électricité positive dans un sens et l'électricité négative en sens contraire, provient d'une couche d'électricité libre située sur la surface du conducteur. Cela posé, on peut concevoir la décomposition comme s'opérant de deux manières différentes.

1° Elle se propage de couche en couche à partir de l'un des électrodes. Ainsi l'électrode positif décompose la première couche; la force électrique qui constitue le courant pousse l'élément positif vers la seconde couche et celui-ci la décompose, et ainsi de suite; mais, dans cette manière d'envisager la propagation du courant, il y aura nécessairement dans tout l'intérieur de l'électrolyte de l'électricité positive ou négative libre, suivant celui des deux électrodes d'où l'on suppose qu'est partie l'action, et l'on a admis qu'il ne pouvait y avoir d'électricité libre qu'à la surface du conducteur [1].

[1] Il paraît difficile d'appliquer à cette hypothèse le principe qu'il n'y

2° La décomposition s'opère simultanément sur tout le parcours du courant, et il faut alors admettre qu'elle est produite uniquement par l'action de la couche d'électricité libre. Or, il y a nécessairement une certaine force qui maintient réunies deux molécules composantes; si donc l'on suppose que l'intensité du courant, c'est-à-dire cette action électrique décomposante, augmente graduellement à partir de 0, elle sera d'abord inférieure à l'attraction mutuelle des deux molécules composantes et la décomposition n'aura pas lieu, puis elle dépassera cette limite, et alors l'électrolyte sera entièrement décomposé. Cette explication conduit donc à des résultats complétement en désaccord avec ce qui se passe réellement.

Voici maintenant comment l'auteur envisage la constitution moléculaire d'un électrolyte.

Il y a à chaque instant, dans un espace aussi petit que l'on voudra du liquide, des molécules composées et des molécules composantes positives et négatives libres, ces dernières en nombre égal, de façon que leurs effets extérieurs se neutralisent. Toutes ces molécules circulent les unes au milieu des autres d'une manière irrégulière. M. Clausius remarque qu'il a déjà présenté cette manière de concevoir la constitution des liquides dans son mémoire *Sur la nature du mouvement que l'on appelle chaleur*. Ceci posé, on doit supposer qu'il s'opère à chaque instant dans chaque portion du liquide des combinaisons et des décompositions.

Une molécule composante positive, par exemple, pourra rencontrer une molécule composée dans des conditions telles qu'elle prenne la place de la molécule composante positive qui deviendra libre.

Une molécule composée pourra rencontrer une autre molé-

a pas d'électricité libre à l'intérieur du conducteur. En effet, dans la théorie de M. Kirchhoff, la force électrique qui agit sur une molécule pour la décomposer est considérée comme constante, tandis qu'il faudrait ici la supposer variable et périodique.

cule composée de telle façon qu'il se fasse un double échange, et que deux molécules composantes deviennent libres.

Il est facile maintenant de comprendre quelle sorte d'influence la force électrique qui constitue le courant exercera sur un tel système de molécules en mouvement. En premier lieu, le mouvement des molécules composantes sera modifié et il y aura plus de molécules positives se mouvant dans le sens positif du courant que suivant toute autre direction, et plus de molécules négatives se mouvant dans le sens négatif du courant que suivant toute autre direction. En second lieu, les décompositions se feront plus aisément, et par conséquent en plus grand nombre dans le sens où agit le courant que dans tout autre sens. *Si donc l'on considère un élément de surface perpendiculaire à la direction du courant, il passera au travers, dans un temps donné, plus de molécules positives dans le sens positif du courant qu'en sens contraire, et plus de molécules négatives dans le sens négatif du courant qu'en sens contraire.* Et comme, soit pour les molécules positives, soit pour les négatives, deux passages en sens contraire se neutralisent, l'énoncé précédent peut se réduire à celui-ci : *Il passe au travers de l'élément de surface perpendiculaire à la direction du courant, dans l'unité de temps, un certain nombre* n *de molécules positives se mouvant dant le sens positif du courant, et un nombre* n' *de molécules négatives se mouvant dans le sens négatif du courant.* Il n'est pas nécessaire que n soit égal à n', et l'intensité du courant est proportionnelle à la somme $n+n'$.

M. Clausius fait remarquer que cette explication du phénomène de l'électrolyse fait disparaître la difficulté que l'on rencontre dans le cas où les molécules composantes sont censées unies deux à deux. On voit en effet que la force électrique, même la plus faible, devra modifier la direction des mouvements irréguliers des molécules, et produire, comme on vient de l'expliquer, une décomposition chimique. En outre, cette

hypothèse explique pourquoi, dans les conducteurs composés ou électrolytes, la conductibilité augmente avec la température, puisque les mouvements moléculaires deviennent plus rapides.

En terminant ce qui est relatif à la constitution des électrolytes, l'auteur rappelle que M. Williamson a exposé une théorie des corps composés analogue à la sienne, et que ce chimiste y a été conduit par des considérations d'un tout autre ordre que celles qui viennent d'être développées.

COMMENT COMPRENDRE L'INTRODUCTION

DES

DIFFÉRENTS MÉDICAMENTS DANS L'ORGANISME AU MOYEN DU COURANT GALVANIQUE?

PAR

MM. les prof. E. PELIKAN et A. SAVELIEFF, de St-Pétersbourg.

Le travail de MM. Pelikan et Savelieff, qui fait l'objet de cet article, a paru en 1857 dans le journal publié par la Société des sciences médicales et naturelles de Bruxelles; il a été l'objet d'un rapport fait à cette société par l'un de ses membres. Il n'est donc pas très-récent, mais comme il n'est pas généralement connu, nous avons estimé qu'il y aurait quelque intérêt pour nos lecteurs à leur en offrir une analyse un peu détaillée. Le sujet touche aux questions les plus délicates de l'électrolyse, en même temps qu'à une des applications les plus curieuses de l'électro-chimie; il a été souvent traité, mais d'une manière très-imparfaite en général. Les auteurs des nouvelles recherches dont nous allons parler nous paraissent, par contre, avoir fait une critique très-judicieuse des essais qui ont été tentés avant eux, et leurs propres expériences, ainsi que la

manière dont ils les interprètent, indiquent chez eux une entente très-remarquable des phénomènes même de l'électrolyse. Dans l'extrait que nous allons donner de leur travail, nous nous bornerons à des citations textuelles, en nous contentant de consigner dans quelques notes les rares observations que nous avons à présenter. A. D. L. R.

.... Déjà en 1802 et 1803, Rossi, comme la cure externe par les frictions et les bains de sublimé ne lui paraissait pas assez efficace dans les affections syphilitiques, qu'il trouvait les effets de cet agent employé intérieurement également peu satisfaisants et dangereux et que, en quelques cas, il voulait diriger l'action de ce médicament sur certaines régions déterminées, tenta d'introduire le mercure dans le corps par une autre voie encore que celle de l'estomac et de la peau, n'envisageant, il est vrai, le courant électrique que comme conducteur pour l'introduction de ces médicaments dans le corps.

Il fit une pile voltaïque de 27 à 30 paires, dont les interconducteurs étaient humectés d'une solution de sublimé, et procéda avec elle généralement ou localement. Par le procédé galvanique général, il entendait l'arrosement des doigts avec la solution de Gardan, qu'il employait souvent avec une plus forte dose de sublimé et en touchant les deux pôles en même temps, ou l'application des deux conducteurs aux parties humectées de temps en temps de ce liquide. Sur les surfaces d'application, l'épiderme était enlevé par un vésicatoire, puis la plaque d'argent du conducteur appliquée au haut de la nuque et la plaque de zinc au bas des reins. Le procédé local consistait dans l'application des conducteurs sur la partie malade, préalablement humectée avec le liquide, de manière que le galvanisme agissait immédiatement sur la tumeur, etc. Plus tard, Vogel retira par le courant galvanique du mercure du corps d'un homme, comme le raconte Gavarret en renvoyant

aux comptes rendus de l'Académie, sans dire pourtant comment cela se fit, ni préciser les résultats[1].

« Après Rossi, Fabré-Palaprat introduisit de l'iode dans les scrofules, et les guérit de cette manière lorsqu'elles avaient résisté à tous les autres moyens. »

Les faits précités ne devinrent une certitude, dit Heidenreich dans un travail remarquable sur le même sujet, que lorsque Becquerel[2] « s'enfonça dans le bras une aiguille, qui

[1] Les auteurs font ici allusion dans une note à la tentative qu'ont faite MM. Vergnès et Poey pour extraire par le galvanisme différents métaux du corps dans ce qu'on nomme les affections métalliques. Ces essais, dont nous avons rendu compte (*Archives des Sciences phys. et natur.*, tome XXVIII, p. 208), ne nous paraissent nullement concluants, ainsi que nous l'avons remarqué dans notre *Traité d'Électricité*, t. III, p. 659. (A. D. L. R.)

[2] Voici ce que disent MM. Becquerel dans leur dernière édition du *Traité de l'Électricité*, etc., 1855, v. II, p. 59. Davy, en soumettant à l'action d'un courant traversant deux vases remplis d'eau distillée, mis en relation avec une matière organique vivante, de nature animale, est parvenu également à vaincre les affinités de certaines combinaisons. Ayant plongé ses doigts, préalablement lavés avec de l'eau distillée, dans le vase positif renfermant de l'eau très-pure, il apparut rapidement une substance acide, qui avait les caractères d'un mélange d'acide chlorhydrique, d'acide phosphorique et d'acide sulfurique. En plongeant les doigts dans le vase négatif, il s'y manifesta promptement aussi une substance alcaline fixe. Or, puisque les substances acides et alcalines peuvent être séparées de leur combinaison dans le corps vivant, au moyen des forces électriques, il est possible d'introduire par le même moyen, dans l'intérieur du corps, diverses substances capables de réagir chimiquement sur les organes. Il suffit pour cela d'humecter un linge de la dissolution contenant le principe que l'on veut introduire (supposons une dissolution d'iodure de potassium), de l'appliquer sur une partie quelconque du corps, de poser dessus une lame de platine en relation avec le pôle négatif et d'introduire dans une autre partie, au moyen de l'acupuncture, une aiguille de platine communiquant avec l'autre pôle ; on ne tarde pas à reconnaître, avec des réactifs convenables, la présence de l'iode à l'extrémité de la pointe.

était en communication avec le pôle positif d'une pile, et plongea la main dans une solution d'iodure de potassium en communication avec le pôle négatif de la pile, et qu'alors il constata autour de l'aiguille l'iode qui avait passé par conséquent à travers le bras. Dans la clinique de Breschet, on introduisit en 1838 de l'iode dans les tumeurs des glandes du cou, qui furent guéries par ce traitement. »

« Rognetta et Bergmann essayèrent l'introduction de la strychnine dans la paralysie de la face et dans l'amaurose. Ils dépouillèrent les places de l'épiderme et employèrent ici le pôle positif trempé dans une solution de strychnine, pendant que le pôle négatif était appliqué sur la langue. »

« Klenke employa cette méthode de différentes manières ; il introduisit de l'iode dans les parties malades et guérit par là les ganglions, certaines tumeurs osseuses (exercierknochen), les tumeurs de nature goutteuse, strumeuse, etc. On construit une pile de Volta de 15 ou 50 éléments, on humecte le conducteur du pôle négatif avec le liquide à introduire ou avec le médicament en solution, et on l'applique sur la peau intacte; à la partie opposée on applique le conducteur du pôle positif et le médicament est amené à travers le corps à la partie malade. Pour le prouver, on place sur l'un des bras une compresse imbibée avec de la teinture d'iode, sur l'autre bras une compresse avec de la colle d'amidon ; sur les deux compresses on superpose des plaques en platine, et l'on met le côté où se trouve l'iode en communication avec le pôle négatif de la pile, le côté où se trouve l'amidon avec le pôle positif, et bientôt la colle d'amidon devient bleuâtre[1]. J'ai moi-même plus d'une

[1] Citons ici également la description d'un fait communiqué par M. Klenke lui-même dans le *Wiener-Zeitschrift der K. K. Gesellschaft*, etc., 1844, Bd. I, H. 2, p. 175-180, parce que les détails qu'il donne diffèrent un peu de ce que fournit M. Heidenreich.

« Une jeune dame avait un ganglion de la grosseur d'un petit œuf de poule, précisément sur l'éminence fibreuse qui se rattache de la gaîne de

fois répété ces expériences, et les ai relatées dans mon travail sur le goître. Le courant entraîne déjà les matières dont la pile est formée (!!?), mais l'effet est le plus sûr et le plus fort, lorsqu'on met entre les deux pôles de la pile les substances médicales liquides comme électrolyte. C'est là une expérience que j'ai faite. »

« Klenke poussa plus loin encore ses expériences; il fit passer le tartre stibié à travers le corps et excita des vomissements; avec une pile de 60 éléments, il plaça du cinabre dans le creux de la main, une plaque en fer sur le dos de la main, et il obtint là du fer sulfureux; ou bien il mit un amalgame de mercure dans le creux de la main et du soufre sur le dos de la main, et en tira du cinabre. De la même manière, on introduisit un alcaloïde végétal, la morphine, la strychnine, l'aqua strumalis en fermant de la manière précédente la pile, et ainsi de suite. »

Outre ces observations relatives au passage de différentes substances à travers le corps, sous l'influence du courant galvanique, nous pourrions en citer encore beaucoup d'autres qui nous ont été communiquées verbalement par divers praticiens; en général, la foi en la vitesse du passage de l'iode surtout, avec lequel on a le plus expérimenté, est répandue parmi un grand nombre de médecins. C'est ainsi que M. Pirogoff

l'avant-bras au tendon du biceps; la veine médiane, énormément accrue, courait à travers la tumeur, pendant que l'artère brachiale et le nerf médian étaient couchés sous elle. La surface supérieure fut couverte d'une compresse humectée avec une solution d'iodure de potassium, pendant qu'une autre pour essai était humectée avec de l'empois d'amidon et placée sur la partie postérieure du bras, juste au-dessus de l'olécrâne; les deux compresses furent recouvertes d'une plaque en platine et mises en communication avec les électrodes d'une pile voltaïque de 15 paires de plaques de cuivre et de zinc de deux pouces carrés de surface; l'électrode en zinc fut posé sur la compresse d'iode. Au bout de vingt secondes, on remarqua déjà une teinte bleuâtre de la compresse d'amidon; la malade n'éprouva qu'un faible picotement autour de la tumeur. »

racontait récemment à l'un de nous (M. Pelikan), qu'en faisant passer de l'iodure de potassium à travers une tumeur strumeuse, il ne tarda pas à être convaincu du passage de l'iode, non-seulement par la coloration caractéristique de l'amidon sur le pôle opposé, mais aussi par un goût particulièrement amer que ressentit le malade, goût qu'on sent toujours (suivant la remarque de M. Pirogoff), lors de l'absorption de l'iode dans le corps, même par d'autres voies.

Dubois-Reymond lui-même, l'un des plus consciencieux observateurs dans le domaine de l'électricité animale, semble faire partie du nombre de ceux qui croient purement et simplement au transport galvanique de différentes substances au travers du corps, à en juger du moins par les paroles qui suivent : ... J'ai déjà vu depuis longtemps, quand on fermait une pile de Grove par une solution d'iodure de potassium et une cuisse de grenouille, dont le nerf était placé au pôle positif, apparaître la coloration noire au point de contact du nerf et du platine. Il est à regretter seulement que j'aie négligé de m'assurer si le nerf, après qu'il y était passé des matières électro-négatives, était encore capable de produire des tiraillements dans les muscles attenants. Au reste, Fabré-Palaprat fit aussi de semblables expériences avec de l'iodure de potassium sur des hommes vivants, en vue de les guérir[1].

Au commencement de nos expériences, nous procédâmes comme l'indiquent le docteur Heidenreich, Klenke et d'autres, c'est-à-dire que nous mîmes au catode une compresse humectée d'une dissolution d'iodure de potassium ou d'une teinture d'iode, et à l'anode une autre compresse ou une rondelle de charpie, imbibée de colle d'amidon ; les deux électrodes étaient des bandes en platine, mises en communication avec 6 ou 12 éléments de Grove ou de Daniell et non avec la pile voltaïque (de Rossi, Klenke et d'autres). Nous appliquâmes les

[1] *Untersuchungen über thierische Electricität*, Band I, § 440.

électrodes sur différentes parties du corps ; aux hommes vivants, par exemple, sur les épaules, sur les avant-bras, sur les faces dorsale et palmaire de l'avant-bras, sur la paume et le dos de la main ; aux cadavres, sur la cuisse et la jambe du même côté, sur la face antérieure et postérieure de la jambe, sur la partie supérieure et inférieure de l'avant-bras ; aux chiens, sur le dos et le ventre, sur le ventre et la face intérieure de la cuisse et ainsi de suite. Nous étant assurés d'abord que le courant traversait, nous fermâmes la pile et continuâmes de la tenir fermée de 10 à 30 ou 45 minutes et même une heure, dans nos expériences sur des hommes ; de 3 à 6 heures sur des chiens ; et sur des cadavres, de 12, à 24 ou 43 heures, en ayant soin de changer les éléments, lorsqu'ils faiblissaient dans leur action. Ayant ainsi expérimenté 48 fois sur des hommes, 27 sur des chiens et 6 sur des cadavres, nous remarquâmes réellement en quelques cas la réaction de l'iode sur la compresse d'amidon à l'anode (9 fois sur les hommes, 6 fois sur les chiens, mais jamais sur des cadavres). Cependant, en poussant plus loin l'analyse de cette réaction, on trouva qu'elle dépendait, non du passage de l'iode à travers le corps, mais simplement du mélange inopiné de l'iodure de potassium avec la colle d'amidon, parce que sur la même compresse à l'anode, après l'avoir ôtée du corps, si l'on ajoutait une goutte d'acide nitrique vaporisé, il y avait à l'instant la réaction caractéristique de l'iode sur l'amidon ; ce n'était donc pas l'iode qui avait passé à l'anode, il y avait eu seulement un mélange fortuit de l'iodure de potassium. Les électrodes enlevés, les sujets sur lesquels on avait fait les expériences éprouvaient un mal local et des tiraillements dans les muscles voisins ; souvent même, au moment où la pile était fermée, ils se plaignaient d'une douleur brûlante, surtout au catode, près duquel, après avoir enlevé l'appareil, on remarquait une certaine rougeur, de légères érosions et des vésicules, l'épiderme étant soulevé par un liquide trouble et grisâtre, effet de la réaction alcaline,

pendant que la surface de la peau à l'anode donnait toujours une réaction acide.

Dans la suite, nous répétâmes ces expériences sur nous-mêmes et sur d'autres personnes, avec cette différence seulement que, au lieu de compresses, nous prîmes deux vases de porcelaine, l'un avec une dissolution d'iodure de potassium et l'autre avec de la colle d'amidon; nous y plongeâmes les deux mains jusqu'aux poignets, et nous mîmes en communication les électrodes de platine de 12 éléments de Grove avec ces deux vases, de manière que l'anode fût trempé dans la colle d'amidon, et le catode dans la dissolution d'iodure de potassium. Eh bien, en répétant plus de 20 fois cette expérience, nous ne vîmes pas une seule fois le passage de l'iode à l'anode, même au bout d'une heure; tandis qu'il suffisait de changer le courant pour que l'iode commençât immédiatement à se produire sur la lame de platine de l'anode.

Nous répétâmes également l'expérience de M. Becquerel avec enfoncement d'aiguilles, une première fois pendant 25 minutes, une seconde fois pendant une heure et demie et la troisième pendant six heures; ici, la compresse trempée dans la dissolution d'iodure de potassium fut appliquée sur le ventre d'un chien et mise en communication avec la lame de platine du catode (de 12 éléments de Daniell), et l'aiguille de platine, en communication avec l'anode, fut enfoncée assez avant dans la cuisse. Dans aucun de ces trois cas, nous n'avons pas une seule fois remarqué la présence de l'iode à l'extrémité de l'aiguille de platine, quoique M. Becquerel dise qu'en pareil cas « on ne tarde pas à reconnaître, avec des réactifs convenables, la présence de l'iode à l'extrémité de la pointe. »

Outre ces expériences avec l'iodure de potassium, nous avons cherché à faire passer aussi d'autres substances à travers le corps; nous avons employé, par exemple, l'acétate de plomb, le chlorure ferrique, le ferro-cyanure de potassium, le sulfocyanure de potassium, l'iodure de nicotine, l'acétate de strych-

nine. Nous avons toujours obtenu des résultats négatifs, sauf dans les cas où la peau ayant été travaillée par le courant galvanique, il se formait à sa surface des gerçures à travers lesquelles les substances vénéneuses (la strychnine et la nicotine, par exemple) s'absorbaient et produisaient les symptômes qui leur sont propres, mais à un plus faible degré. Le chlorure ferrique d'une part, et le ferro-cyanure de potassium de l'autre, étant appliqués en solution sur le dos des chiens et mis en communication avec les électrodes en cuivre, manifestèrent aussi au bout de 30 à 35 minutes un effet particulier : inquiétudes, tremblement des extrémités, dilatation de la pupille, vomissements, etc. ; ces symptômes cessèrent au bout d'une heure ou d'une heure et demie. Sur la charpie mouillée par la dissolution de ferro-cyanure de potassium, sauf la réaction sur le sel cuivrique, l'odeur de l'acide prussique était parfaitement sensible, et la peau sous les électrodes était rongée çà et là. Nous fîmes avec de l'iodure de nicotine des expériences sur des chiens, et presque toutes avec des résultats identiques : de faibles convulsions, de l'inquiétude, des vomissements convulsifs et des selles répétées vers la fin de l'expérience; les animaux étaient rétablis quelques heures après. Dans un seul cas, à l'exception d'une agitation insignifiante pendant l'expérience, on ne put remarquer rien d'extraordinaire ; mais en revanche, dans ce même cas, la peau n'était point gercée. Avec l'acétate de strychnine, nous avons fait cinq expériences sur des chiens ; en général, les symptômes étaient très-faibles : légères convulsions, tremblement des extrémités. Nous n'avons pas expérimenté plus de 30 minutes ; après cela, les animaux étaient libérés, et au bout d'une demi-heure ou d'une heure tout au plus, ils étaient entièrement remis. Un de nous (Pelikan) plongea ses deux mains dans les vases de porcelaine, dont l'un mis en communication avec le pôle — de six éléments de Grove était rempli d'une faible solution d'acide sulfurique, et l'autre en communication avec le pôle + rempli d'une solu-

tion concentrée d'acétate de strychnine. Il resta vingt minutes sans sentir aucun effet. Un des élèves de M. Pelikan répéta aussi cette expérience sur lui-même, et, d'après son dire, il ressentit un vertige et comme un obscurcissement de la vue. L'expérience terminée, les symptômes mentionnés cessèrent à l'instant; ils avaient été probablement un effet de l'imagination.

Avec une solution de tartre stibié, nous avons fait cinq expériences sur des chiens et trois sur des hommes (dans un cas, avec 19 éléments de Grove), et dans aucun nous n'avons remarqué l'apparence de vomissements, bien que nous eussions opéré tout à fait comme l'a indiqué M. Klenke, avec cette seule différence que, au lieu de la pile de Volta, nous avons employé les éléments de Daniell et de Grove. Humecter les rondelles intermédiaires qui réunissent les plaques de cuivre et de zinc de la pile de Volta avec un sel quelconque, le tartre stibié ou le sublimé corrosif, par exemple, comme l'ont fait MM. Rossi et Klenke, dans l'espoir d'introduire ces sels dans le corps; c'est à quoi nous ne nous décidâmes point, persuadés qu'il y a aussi certaines expériences qui valent à peine une réfutation sérieuse. Il nous reste la même chose à dire des expériences de M. Klenke sur le passage du soufre à travers le corps, pour la formation du fer ou du mercure sulfurés et d'autres découvertes aussi remarquables.

Maintenant, si nous jetons un coup d'œil sur le court sommaire de nos expériences, sans nier encore complétement l'introduction de différentes substances dans le corps au moyen du courant galvanique, nous devons pourtant en venir à cette conclusion, que sous l'action du courant galvanique, aux distances où nous plaçâmes les électrodes, avec le nombre et la grandeur des éléments galvaniques qui servirent à nos expériences, nous ne vîmes pas une seule fois le passage d'un corps quelconque d'un pôle à l'autre, à commencer des dix premières minutes, et à poursuivre même jusqu'à 48 heures, et en conséquence nous nous permettons de douter de l'exactitude des observa-

tions de ces expérimentateurs qui remarquèrent la présence de l'iode sur la compresse d'amidon à l'anode, déjà quelques minutes ou même quelques secondes après que la chaîne fut fermée.

Venons-en au côté purement physique de cette question, et cherchons les causes du désaccord de nos expériences avec celles des autres observateurs.

La première question, qui se présente involontairement à l'examen des expériences de Davy, est celle-ci : est-il prouvé dans ces expériences que le mouvement des parties constituantes du sel aux pôles correspondants se rapporte directement et uniquement à la décomposition galvanique, et n'existe-t-il pas, au contraire, d'autres causes qui contribuent à ce mouvement? s'il en existe, comment mesure-t-on la quantité et la vitesse de cette translation galvanique? Ces deux questions n'ont pas trouvé de réponse dans la théorie de Davy, et on ne pouvait pas même l'exiger alors que les connaissances hydro-électriques étaient encore dans l'enfance, que la loi d'Ohm, cette pierre angulaire du galvanisme, n'avait point encore paru et qu'on était bien loin encore de toutes les recherches qui ont été faites plus tard, sans parler de ce qu'alors des observations galvanométriques étaient également impossibles.

Quant aux expériences de Davy citées plus haut, déjà plusieurs physiciens remarquèrent qu'on ne pouvait pas accepter ici exclusivement la translation galvanique, et L. Gmelin particulièrement[1] s'efforça de prouver par des expériences directes que, dans tous les cas décrits par Davy, la décomposition des sels au moyen du courant suit leur diffusion. Seulement l'expérience connue de Faraday avec le sulfate de magnésie parut à Gmelin sous ce rapport une exception.

Pour expliquer ce phénomène, Gmelin ne trouva rien de

[1] *Poggend. Annalen*, tome LXIV, § 28.

mieux que de recourir à deux hypothèses nouvelles, en proposant de s'arrêter à la meilleure. Il expérimenta avec 12 couples de la pile de Volta, sans déterminer la quantité des sels décomposés ni leurs parties constituantes et sans mesurer non plus le courant par le galvanomètre ; par conséquent, ses expériences n'ont aucun fondement scientifique ; voulant toujours tout expliquer par le mélange des fluides (par la diffusion), il tomba dans le même extrême que ces physiciens qui expliquent tous les phénomènes qui se rapportent à notre sujet par la seule translation galvanique des molécules.

Il n'y a pas de doute que la diffusion contribue à la translation galvanique ; cela est prouvé par nos expériences directes : en mettant la solution d'un sel quelconque, du chlorure de sodium par exemple, dans un vase et de l'eau dans un autre, de telle manière que ces vases soient séparés par un diaphragme en vessie ou par une cloison d'argile nous avons toujours vu, à l'aide du galvanomètre ordinaire de Nobili, la déviation de l'aiguille s'accroître à mesure que s'augmentait la diffusion constatée par l'analyse, c'est-à-dire la diffusion de la dissolution du sel avec l'eau ; en sorte que d'après cela nous pouvons établir comme loi : que la décomposition de deux liquides, séparés par un diaphragme ou une cloison quelconque, se trouve dans un rapport direct avec la force de l'endosmose qui s'établit entre ces deux liquides et les diaphragmes ou cloisons, en tenant compte sans doute ici des conditions de transmissibilité de chacun des liquides pris séparément.

Une autre circonstance favorisant la transmission galvanique ou la retardant, c'est l'affinité chimique entre les liquides décomposés, laquelle se manifeste sous la forme de ce qu'on nomme une double décomposition. Et cela est tellement juste que, si l'on prend deux liquides qui, se trouvant dans un état de faible équilibre, donnent par l'effet d'échange de leurs éléments, les combinaisons les plus fixes, s'ils restent ensuite tous les deux dans la dissolution, et que par conséquent ils

se diffusionnent avec elle, dans ce cas, leurs parties constituantes passent plus vite aux électrodes correspondants. Les expériences le prouvent d'une manière qui ne laisse rien à désirer.

Ainsi, quand on prend à la place de l'eau, dans nos précédentes expériences, la dissolution d'un autre sel, le sulfate de potasse par exemple, et le chlorure de sodium, l'acide sulfurique et le chlore se réunissent à l'anode, la potasse et la soude au catode, plus vite que lorsque l'eau et le sel se décomposent. Mais alors même l'analyse manifeste sous le courant un prompt mélange de deux sels, qui se forment par la double décomposition. C'est ainsi qu'on peut comprendre les expériences de Davy, par lesquelles il cherchait à prouver que l'acide ou l'alcali, à leur passage sous l'action du courant, perdent leur propriété chimique; il y a seulement ici une double décomposition entre l'hydrate d'acide et l'hydrate d'alcali, et dans le vase du milieu le nouveau sel se forme toujours avant que l'acide ou l'alcali qui le composent soient transportés aux électrodes respectifs.

On peut comprendre aussi pourquoi, dans les expériences de Davy, l'acide sulfurique ne laissa pas passer au catode la baryte et la strontiane et réciproquement; parce que le sulfate de baryte et de strontiane ne sont pas solubles dans l'eau, et par cette raison ne peuvent se mêler avec elle; mais si Davy avait fait attention au rapport de quantité, il aurait pu faire passer l'acide sulfurique à travers la solution de baryte et réciproquement; il ne fallait pour cela que prendre une solution plus faible dans le vase du milieu et continuer les expériences plus longtemps qu'il ne l'a fait. Il n'est pas difficile non plus de comprendre pourquoi il réussissait à obtenir sans peine la chaux du vase en gypse, puisque le gypse se dissout dans l'eau (480 parties) et s'y dissout presque deux fois plus aisément que la chaux qui s'est rassemblée dans le vase en agate au catode. Il nous restait à prouver, par voie d'expérimentation, si le courant participe de son côté à l'augmentation de la diffusion des liquides, et de quelle valeur peut être sa participation.

Nous omettons ici quelques expériences faites par les auteurs sur le passage du courant à travers différentes dissolutions séparées les unes des autres par des diaphragmes en vessie. Ces expériences, analogues à celles de Parrot, Napier, Wiedmann et autres, tout en confirmant les résultats obtenus par ces divers observateurs, conduisent à reconnaître la généralité de la règle fondée sur la théorie de Grothus et la loi de Faraday [1]. Toutes les particularités, disent MM. Pelikan et Savelieff, même celles qui s'écartent en apparence de la règle générale, doivent s'expliquer sans doute par le degré différent de diffusion, par la décomposition de nouvelles combinaisons formées par l'affinité chimique entre les liquides décomposés et par l'action chimique secondaire des produits décomposés. Voilà pourquoi, avec une diffusion plus libre et la facile dissolubilité d'un corps obtenue par la décomposition galvanique, la réaction de ce corps peut être moins évidente que la réaction plus éloignée provenant de la décomposition du sel même aux électrodes. Ainsi, les hydrates de magnésie ou de cuivre n'étant pas solubles dans l'eau se séparent sur les limites du sel et de l'eau, plus tôt qu'au catode même; et l'iode ou l'acide iodique se montreront à l'anode au lieu de l'acide iodhydrique, qui se retire graduellement au pôle + par la décomposition de l'eau et de l'iodure de potassium ; dans la direction correspondante, mais par l'action chimique de l'oxygène, il se change en acide iodique.

Qu'on prenne donc autant qu'on veut de liquides ou de solutions de sels, séparés par des diaphragmes en vessie, à cha-

[1] Nous étions déjà arrivé à la même conclusion que MM. Pelikan et Savelieff, ainsi qu'on peut le voir dans le chapitre troisième de la quatrième partie de notre *Traité d'Électricité théorique et appliquée*, tome II. En particulier, nous avions fait remarquer que le dépôt de magnésie, qui a lieu dans l'eau à la surface de séparation de ce liquide et de la dissolution du sel de magnésie, est une conséquence du fait que l'oxyde de magnésium n'est pas soluble (tome II, p. 315). A. D. L. R.

que moment de la décomposition galvanique, il ne se sépare aux électrodes que les molécules correspondantes des sels les plus rapprochés; quant aux autres, elles ne font que ce déplacer; ainsi, par exemple, si nous prenons une solution de chlorure de sodium à l'anode, une solution d'iodure de potassium au catode, et que nous placions entre elles les sulfates de potasse, de soude, d'ammoniaque, etc., alors à chaque moment nous recevrons avec l'oxygène et l'hydrogène, molécules décomposées de l'eau, Na Cl (K So^4) (Na So^4) (H^4 NSo^4); à l'anode Cl; au catode K ou KHo^2, et dans les couches intermédiaires (So^4 Na) (So^4 K) (So^4 Na) (IH^4 N); après la décomposition de cette molécule d'eau et de sel vient la décomposition d'une seconde, de manière que l'iodure d'ammonium ne perd pas son iode avant que toute l'ammoniaque ne se soit séparée, correspondant (par équivalence) à l'acide sulfurique à l'anode; par conséquent, à la décomposition d'un sel quelconque, nous remarquons toujours un mouvement constant, à côté des décompositions et des combinaisons consécutives; et à cause de cela nous ne pouvons pas comprendre cette translation subite à travers le corps humain, mentionnée par d'autres observateurs. L'iode ou l'acide iodhydrique ne peuvent pas traverser le corps, avant la décomposition de tous les sels qui se trouvent sur le passage de l'iode, c'est-à-dire avant qu'ils ne se forment en combinaisons iodiques, parce que avant l'acide iodhydrique doivent encore se séparer les autres acides des sels dans l'intérieur du corps, et alors l'organisme se détruirait comme le morceau de viande dans l'expérience connue de Davy; ou il faut supposer que la solution d'iodure de potassium appliquée au corps se diffusionne si vite dans les sucs de l'organisme, qu'il se trouve près de l'endroit où l'anode a été mise. Mais rien ne prouve cette supposition, tandis que, d'un autre côté, il est connu, surtout d'après nos expériences, que l'iodure de potassium s'absorbe très-peu par la peau. En découvrant la peau, y appliquant d'un côté de l'iodure de potassium, et de l'autre de l'amidon, et y conduisant

le courant correspondant pendant deux heures et plus, nous ne pûmes jamais voir le passage de l'iode ; mais chez les chiens auxquels nous avions donné intérieurement quelques grammes par jour d'iodure de potassium, nous ne pûmes pas voir à l'anode des traces évidentes d'iode. Ainsi, sans rejeter absolument la possibilité du transport galvanique à travers le corps humain, nous proposons la question suivante : Si l'on prend en considération la résistance du corps humain, le renouvellement continuel (la métamorphose) de ses parties constituantes et ce qui s'y rattache, le mouvement de ses sucs ; alors comment doit être construit l'appareil, et quels moyens doivent être employés pour faire passer l'iode à travers le corps? En laissant les amateurs s'occuper à leur aise de la solution de cette question, nous ferons remarquer seulement que certainement ces moyens ne peuvent pas être ceux employés jusqu'ici par MM. les expérimentateurs qui ont observé le passage rapide de l'iode, même d'une solution d'iode à l'anode, et pris le défaut d'exactitude et de pureté dans leurs expériences pour des résultats infaillibles de ces expériences.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

22. — MATTEUCCI ; EXPLICATION DE L'INDUCTION ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE OPÉRÉE PAR LA TORSION.

Dans notre nº de février 1858 [1] nous avions fait connaître les nouveaux phénomènes d'induction électro-magnétique observés par M. Matteucci. Mais n'ayant pas encore sous les yeux le mémoire entier du savant italien, nous n'avions pas pu rapporter l'explication qu'il donne de ces phénomènes. Dès lors ce mémoire a paru dans le numéro d'août des *Annales de Phys. et de Chimie* [2], et nous lui empruntons cette explication qui nous paraît tout à fait satisfaisante.

« On peut imaginer deux hypothèses, dit M. Matteucci, pour expliquer le développement des courants induits par la torsion. Dans l'une, que j'ai énoncée au commencement dans le seul but de rendre les premières expériences que j'ai rapportées plus intelligibles, on suppose que les fibres du barreau aimanté par l'action de la spirale magnétisante s'enroulent pendant la torsion autour de l'axe du barreau ; par conséquent, ces fibres se comportent comme autant de fils métalliques faisant partie du circuit du galvanomètre, qui s'enroulent dans un certain sens autour de l'axe magnétique.

« Mais on peut supposer aussi que ces fibres sont comme autant de cylindres aimantés qui, sous l'influence de la torsion, s'enroulent en spire autour du conducteur. Par une expérience élémentaire d'induction électro-dynamique, et qui consiste ou à enrouler en spire un fil de cuivre autour d'un barreau aimanté, ou à faire décrire à l'aimant le même mouvement autour d'un fil de cuivre, on peut facilement s'assurer que l'une ou l'autre de ces manières d'opérer sert à représenter la production des courants induits dans le barreau tordu, et à expliquer le sens des courants que nous avons trouvés, soit dans la torsion, soit dans la détorsion du barreau, suivant le sens de la torsion et la position des pôles.

« Il n'y a donc qu'une seule hypothèse à faire pour expliquer ces phénomènes d'induction : c'est d'admettre la structure *fibreuse* ou *nerveuse*,

[1] *Archives des sciences phys. et natur.* (nouv. période), tome I, p. 184.
[2] *Annales de Physique et de Chimie*, 3me série, tome LIII, p. 385.

comme on dit, en métallurgie, du fer battu ou passé au laminoir. Cette structure est universellement admise, et il suffit d'examiner un barreau de fer qui a été rompu par des torsions et des détorsions violentes pour n'avoir aucun doute sur la réalité de cette structure. Cette structure est également prouvée par la polarité dans une direction constante que prend une sphère ou un cube de fer coupé sur un barreau ; si ce cube est suspendu dans l'intérieur d'une spirale ou mis en présence d'un aimant, quelle que soit la position dans laquelle il se trouve au moment où l'induction magnétique commence, le cube se place toujours avec ses fibres suivant la ligne axiale, et les pôles sont aux extrémités des fibres, ce qui n'a jamais lieu pour les autres métaux et pour les composés magnétiques ferrugineux qui n'ont pas cette structure.

« Nous rappellerons encore que par la torsion on ne développe point de courants induits dans l'acier fondu.

« De ces deux hypothèses, il fallait choisir celle qui pouvait le mieux expliquer la généralité des phénomènes que nous avons découverts, puisqu'il résulte des expériences décrites que ces phénomènes ont une origine commune. J'ai cherché dans de nouvelles expériences un guide sûr pour me déterminer dans ce choix.

« Qu'on imagine un barreau de fer ayant un trou dans le sens de l'axe, de manière à pouvoir y introduire un fil de cuivre. Au lieu de ce barreau, que difficilement on peut se procurer, j'ai pris deux petits barreaux prismatiques, à bases rectangulaires, et sur une des longues faces j'ai fait pratiquer une cannelure ; on comprend qu'en appliquant l'une sur l'autre les deux faces cannelées on obtient un barreau qu'on peut disposer dans l'appareil de torsion comme un barreau cylindrique, et qui a, suivant son axe, un trou longitudinal, dans lequel on introduit un gros fil de cuivre ($0^m,002$ de diamètre) en communication avec le galvanomètre. Le fil de cuivre était parfaitement isolé par la couche de soie de la cannelure du bareau de fer ; mais, pour plus de sûreté, j'avais recouvert d'une couche de cire à cacheter la cannelure et le fil de cuivre, et j'ai eu soin de m'assurer que cet isolement était parfait. Après avoir mis en activité la spirale magnétisante, j'ai tordu et détordu le barreau ; j'ai varié le sens de la torsion et la position des pôles, et *dans tous les cas j'ai obtenu un courant induit de 2 à 3 degrés dans le même sens dans lequel on l'aurait obtenu si le fil de cuivre eût été soudé aux extrémités du barreau* [1].

[1] L'idée de considérer la tige de fer comme composée, pour ainsi dire,

« L'importance de ce résultat était telle, que j'ai voulu répéter la même expérience sur deux autres barreaux préparés de la même manière, et le résultat a été le même.

« On peut donc considérer comme démontré par l'expérience que, pendant la torsion et la détorsion d'un barreau de fer aimanté, les fibres de ce barreau s'enroulent en spire autour de l'axe du barreau, comme si elles formaient un faisceau de fils cylindriques aimantés : cette conséquence ne laisse plus aucun doute sur la vraie explication de tous les phénomènes électro-magnétiques développés par la torsion.

« Au lieu d'entrer dans de longs détails pour démontrer comment l'explication de ce résultat rend compte d'une manière claire de tous les phénomènes dont nous nous sommes occupés, je préfère décrire en peu de mots les effets obtenus avec un appareil qui représente dans toutes ses parties l'explication de ces phénomènes.

« Je prends deux disques de cuivre, et dans chacun d'eux je fais pratiquer, sur un cercle concentrique de $0^{m},030$ de diamètre, dix-huit trous dont chacun a $0^{m},004$ de diamètre. Dix-huit fils de fer, ayant chacun $0^{m},56$ de longueur et $2^{mm},50$ de diamètre, sont introduits dans ces trous de manière à former une espèce de cage cylindrique. En préparant cette cage, on a soin d'introduire dans son intérieur un cylindre en bois dont la surface est en contact avec les fils de fer ; le cylindre est percé suivant son axe pour y introduire un gros fil de cuivre qui est uni au galvanomètre. Enfin une double spirale entoure le cylindre, préparé comme nous l'avons dit.

« Par cette courte description, on comprend que lorsqu'on fait tourner avec les mains les deux disques de cuivre en sens contraire, les fils de fer, de rectilignes qu'ils étaient, se disposent en spire autour de l'axe du cylindre et du conducteur uni au galvanomètre. Dans les expériences qui

de deux parties, l'une centrale, servant de conducteur, et l'autre superficielle, essentiellement magnétique, m'avait déjà permis d'expliquer un phénomène très-différent de celui observé par M. Matteucci, savoir les vibrations diverses que rend un fil de fer doux traversé par un courant discontinu. J'avais, comme M. Matteucci l'a fait, introduit dans l'intérieur d'un cylindre creux en fer doux un fil de cuivre bien isolé, et j'avais observé qu'en faisant passer le courant discontinu à travers ce fil on obtenait le même effet que quand il traversait le cylindre même de fer doux. (*Traité d'Electricité*, tome I, p. 311, et *Annales de Chimie et de Physique*, 3me série, tome XVI, p. 93 et tome XXVI, p. 158.)

suivent, nous avons obtenu constamment des résultats bien distincts en donnant aux fils une petite inclinaison pour ne pas les déformer ni altérer les dimensions du cylindre qu'ils représentent par leurs surfaces.

« Dans une première expérience, nous avons fixé cet appareil légèrement incliné près d'un système astatique formé de deux barreaux aimantés fixés aux extrémités d'un axe horizontal portant le miroir de Gauss; l'expérience était disposée, tantôt de manière à faire agir la spirale autour des fils pour les aimanter pendant l'expérience, tantôt de manière à ce que les fils fussent aimantés par un fort courant d'abord, et ensuite réduits par quelques chocs à un état d'équilibre magnétique. J'ai eu soin de fixer solidement l'appareil et de m'assurer pendant l'expérience qu'il restait invariable. Quand le système astatique était fixé sous l'influence des fils magnétiques, il suffisait de donner une petite inclinaison aux fils, soit dans un sens, soit dans l'autre, pour voir diminuer immédiatement la force magnétique du cylindre, et le système astatique se fixer dans une nouvelle position, d'où il retournait exactement à la position primitive lorsqu'on remettait les dix-huit fils dans la position rectiligne. Cette expérience, répétée et variée toujours avec le même résultat, explique clairement les variations qui ont lieu dans l'état magnétique du barreau de fer lorsqu'il est tordu et détordu.

« On fait une seconde expérience en mettant la spirale à fil fin en communication avec le galvanomètre et en tenant aimantés les fils avec l'autre spirale pendant l'expérience, ou bien en les aimantant d'abord par un fort courant et puis en les réduisant par quelques chocs à un état magnétique permanent. Alors si l'on observe en même temps le miroir du système astatique et le galvanomètre, on verra toutes les fois que les fils sont tournés en spire autour de l'axe du cylindre, quelle que soit la direction dans laquelle le mouvement est produit, le signe ordinaire de diminution de la force magnétique et en même temps un courant induit de 20 à 30 degrés dans la spirale extérieure dont le sens indique une diminution. En remettant les fils dans la première position, c'est-à-dire parallèles à l'axe du cylindre, l'aiguille dévie en sens contraire, et le système astatique retourne à sa position primitive

« Donc la torsion du barreau de fer aimanté, en forçant les fibres aimantées à s'enrouler en spire autour de l'axe du barreau, produit la diminution de la force magnétique et par suite donne origine à un courant induit : la détorsion restitue au barreau la force magnétique en reportant

les fibres parallèles à l'axe, et engendre par conséquent un courant induit en sens opposé au premier.

« Enfin, par une troisième expérience, on explique avec une égale simplicité le nouveau phénomène d'induction électro-magnétique dont nous nous sommes occupé précédemment. On fait cette expérience en mettant en communication avec le galvanomètre le gros fil de cuivre tendu suivant l'axe du cylindre formé par les fils aimantés. En pliant ces fils de fer en spire dans un sens, le galvanomètre indique un courant induit de 4 à 5 degrés dans le fil de cuivre, et quand les fils de fer sont remis dans la position primitive, on a un nouveau courant induit en sens contraire du premier. Si les fils de fer sont inclinés dans la direction contraire, le courant induit sera aussi dans une direction opposée au premier courant obtenu.

« Cette expérience explique les courants induits dans un barreau aimanté par sa torsion et sa détorsion.

« L'explication des phénomènes électro-magnétiques de la torsion est donc fondé sur la disposition en forme de spire des fibres aimantées du barreau et spécialement de celles qui constituent les couches les plus superficielles qui sont douées de la plus grande force magnétique, tandis que le conducteur peut être considéré comme invariable : cette explication rend compte de toutes les particularités des phénomènes étudiés dans ce mémoire. En effet, on conçoit qu'on ne peut obtenir ces phénomènes sur l'acier, surtout lorsqu'il est fondu, à cause de sa structure granuleuse, même lorsque son élasticité et sa dureté ne sont pas différentes de celles du fer. En outre, on sait qu'un cylindre d'acier, ayant les mêmes dimensions qu'un cylindre de fer, acquiert sous l'influence du même courant un état magnétique beaucoup plus faible que celui d'un cylindre de fer, et nous avons vu que ces phénomènes d'induction diminuent à mesure qu'on augmente au delà d'une certaine limite l'intensité du courant magnétisant.

« Ce dernier fait est aussi clairement expliqué de la même manière, puisque à mesure que l'intensité du courant magnétisant augmente, il devient toujours plus difficile de déplacer l'axe magnétique du barreau. On peut dire la même chose des courants induits, qui sont plus forts en tordant du fer dur ou demi-dur qu'en opérant sur le fer recuit et très-doux : en effet, dans le second cas l'axe magnétique du barreau est plus difficilement déplacé de l'axe de la spirale magnétisante. Il est aussi évident que les courants induits par la torsion ne peuvent augmenter que jusqu'à

une certaine limite, avec l'angle de torsion, et qu'ils ne peuvent se produire par la torsion permanente qui brise en quelque sorte les fibres magnétiques ; en général, plus l'angle de torsion est grand, plus il est difficile que l'axe magnétique du barreau s'écarte de l'axe de la spirale proportionnellement à la torsion. De même, on conçoit comment, après l'interruption de la spirale magnétisante, la torsion et la détorsion agissent par les variations qu'elles produisent dans la force magnétique du barreau. Ces courants sont en sens contraire de ceux qu'on obtient par la torsion et la détorsion du même barreau lorsqu'il est aimanté, car dans ce cas la force magnétique du barreau prédomine toujours sur les variations qui ont lieu dans le barreau désaimanté. »

---

23. Emploi de l'eau oxygénée pour liquide électrolytique dans la pile[1].

MM. de Fonvielle et Dehérain ont eu l'idée d'employer l'eau oxygénée pour charger une pile, à cause de son action dépolarisante, et de la faculté qu'elle a de se mêler aux acides sans les décomposer et sans se décomposer elle-même. Avec une pile à un seul liquide, formée de quatre couples zinc et charbon contenant chacun 150 centimètres cubes d'eau distillée aiguisée de $^1/_{16}$ d'acide chlorhydrique, ils obtenaient au voltamètre un dégagement de 2 centimètres cubes d'hydrogène en 15 minutes. En remplaçant ce liquide par de l'eau oxygénée faible, contenant encore un excès d'acide chlorhydrique et du chlorure de barium, on a obtenu dans le même temps 16 centimètres cubes d'hydrogène. On s'est assuré par une expérience directe que la présence du chlorure de barium n'avait aucune part à cette augmentation d'effet. Deux heures après sa mise en activité, la pile à eau oxygénée n'était réduite qu'à la moitié de

[1] La notice dont nous donnons ici un extrait abrégé a paru dans le numéro du 26 juillet 1858 des *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*. L'idée d'employer l'oxygène dégagé d'une combinaison autre que l'acide azotique comme corps dépolarisant dans la pile n'est pas nouvelle. J'ai déjà indiqué moi-même le peroxyde de plomb dont l'emploi est dans quelques cas supérieur même à celui de l'acide azotique ; j'ai également fait connaître, il y a déjà longtemps, qu'on pouvait se servir avantageusement de l'oxygène condensé par le charbon servant d'élément négatif du couple ; ces deux systèmes, qui n'exigent l'un et l'autre que l'emploi d'un seul liquide, me paraissent supérieurs à celui proposé par MM. Fonvielle et Dehérain.

A. D. L. R.



son action, tandis que l'autre ne donnait plus qu'un dégagement d'hydrogène insignifiant.

Les auteurs ont essayé de remplacer l'acide nitrique par l'eau oxygénée dans la pile à deux liquides de Bunzen, mais ils l'ont trouvé inférieure, ce qui tient surtout à son défaut de conductibilité. En étudiant la décomposition électrolytique directe de l'eau oxygénée comparativement à celle de l'acide nitrique, ils ont trouvé qu'à mesure que l'électrolyte renferme plus d'eau oxygénée et moins de chlorure de barium, sa décomposition se rapproche de se faire nettement en oxygène et en eau ; mais il n'y a jamais absence complète d'hydrogène comme avec l'acide nitrique. La richesse en oxygène de l'eau oxygénée semble accroître beaucoup plus la constance des piles que leur énergie.

En résumé, les auteurs tirent de leurs expériences les conclusions suivantes :

1° L'eau oxygénée se décompose sous l'influence de l'électricité en oxygène et en eau, et par conséquent renforce considérablement l'intensité des courants voltaïques.

2° La valeur d'un liquide dépolarisant paraît dépendre de diverses conditions dont les plus importantes sont : sa conductibilité, sa richesse en principes comburants, sa facilité de décomposition, sa faculté de dissoudre les gaz ou les solides qui, produits par sa décomposition, peuvent former une couche non conductrice sur les électrodes[1].

24.— Faraday ; Du regel de la glace. (*Philos. Magaz.*, mars 1859.)

Après quelques mots sur les travaux et les idées de MM. Thomson, Forbes et Tyndall, en ce qui concerne la question du regel de la glace, sujet qui a été déjà traité dans un mémoire de M. Tyndall sur la structure et le mouvement des glaciers[2], M. Faraday rappelle le principe qu'il a déjà mis en avant, à la suite de l'expérience qu'il a faite le premier

[1] M. Fonvielle, depuis la publication de la notice dont nous venons de donner l'extrait, a trouvé, avec M. E. Humbert, qu'on pouvait obtenir une pile très-constante à un seul liquide en faisant circuler un courant de chlore dans des bocaux fermés pleins d'eau, de manière à entretenir ainsi le liquide excitant dans un état constant de chloruration concentrée. Les couples sont eux-mêmes composés de lames de zinc et de plaques de charbon réunies par des conducteurs métalliques. (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences* du 22 novembre 1858.)

[2] *Archives des sciences phys. et nat.* (nouv. période), tome II, p. 203.

pour montrer que deux morceaux de glace en contact peuvent se souder même à une température supérieure à 0°. Ce principe, dont voici l'énoncé, est que dans tout corps d'une constitution uniforme, et qui est doué de cohésion, qu'il soit solide ou liquide, des particules qui sont entourées d'autres particules, dans le même état que celui où elles sont elles-mêmes, tendent à conserver cet état, même quand elles sont soumises à des variations de température (aussi bien élévation qu'abaissement) qui, si les particules n'étaient pas entourées comme elles le sont, détermineraient immédiatement un changement dans leur manière d'être. Ainsi, quand après avoir refroidi l'eau de plusieurs degrés au-dessous de 0 sans lui avoir ôté sa liquidité, on introduit un petit morceau de glace moins froid que l'eau elle-même, et qu'on détermine ainsi la congélation de l'eau qui se réchauffe en même temps, ce n'est certainement pas le changement de température qui produit cet effet. C'est la différence dans l'état de cohésion qui existe entre les deux côtés des particules solides et liquides en contact, qui cause ce changement; l'eau froide est à une température assez basse pour se solidifier sans l'intervention de la glace, mais elle demeure liquide par la cohésion qui unissait les unes les autres les particules pour les maintenir à cet état.

C'est à une cause analogue que sont dus les divers phénomènes observés par Donny, et qui consistent en ce qu'une colonne d'eau, par exemple, par le simple effet de la cohésion de ses particules, peut être soutenue quatre à cinq pieds plus haut qu'elle ne devrait l'être sous l'empire des autres forces qui agissent sur elle. Par la même cause, de l'eau peut rester liquide sans se convertir en vapeur à une température bien plus élevée que celle de son point d'ébullition; il suffit alors de la simple introduction d'une particule d'air ou de vapeur pour déterminer la vaporisation de toute la masse, et en même temps l'abaissement de la température.

La propriété que possède l'eau de conserver, par l'effet de sa cohésion, son état liquide aussi bien au-dessous de sa température ordinaire de congélation qu'au-dessus de son point d'ébullition, appartient également à plusieurs autres substances, ainsi que l'ont démontré un grand nombre d'expériences. L'influence de la nature des vases sur la température de l'ébullition qui a été étudiée par M. Marcet tient aussi à une perturbation plus ou moins grande apportée par l'effet de substances étrangères dans la cohésion des particules d'eau entre elles.

Il est bien probable, d'après ce qui précède, que la glace peut aussi

conserver son état solide à une température plus élevée que celle où elle fond ordinairement, quoique l'expérience directe soit plus difficile à faire ; mais on a des exemples d'un phénomène analogue dans des cristaux de sulfate, de carbonate et de phosphate de soude hydratés, qui restent sans altération dans leur forme malgré la chaleur de l'été, tandis que si on les brise en hiver, ce qui apporte une perturbation dans le jeu de leur force de cohésion, ils deviennent efflorescents et s'altèrent dans toute leur masse. D'autres exemples peuvent encore montrer le pouvoir de la cohésion, tels que ceux qui sont relatifs à la production de cristaux de camphre ou d'iodure de cyanogène par le dépôt d'une matière solide qui s'opère à des températures bien plus élevées que celles qui devraient le déterminer dans les conditions normales.

Le phénomène du regel semblerait donc prouver que la glace a la même propriété que le camphre, le soufre, le phosphore, etc., savoir que la présence d'une portion déjà solidifiée détermine le dépôt de nouvelles particules solides prises dans le liquide ambiant ; c'est ce que démontre, du reste, l'accroissement qu'éprouvent de très-petits cristaux de glace dans de l'eau qui est à la température de la glace fondante. M. Harrison a imaginé un appareil qui fait voir d'une manière élégante ce phénomène. On voit d'abord se former dans le liquide de très-beaux cristaux de glace très-minces, de six, huit et même dix pouces de longueur ; puis ces cristaux, qui ne peuvent pas être plus froids que le liquide ambiant, se soudent très-facilement quand on les amène en contact les uns avec les autres.

Un point qui doit être pris en considération, c'est qu'un grand nombre de particules exercent une somme d'actions de cohésion bien plus considérable qu'un petit nombre, sur une particule qui est dans un état physique différent de celui dans lequel elles se trouvent elles-mêmes ; d'où résulte qu'une particule d'eau située entre de la glace d'un côté et de l'eau de l'autre, n'a pas une disposition aussi prononcée à devenir solide que si elle est entourée de glace des deux côtés ; l'inverse a lieu de même pour une particule de glace, et dans les deux cas également, l'influence de la température est nulle, puisqu'elle demeure la même. Le phénomène du regel s'explique ainsi facilement. Des différences de température en dessus et en dessous de celle à laquelle ont lieu les changements d'état de l'eau ne sont donc pas suffisants à eux seuls pour produire ces changements, du moins dans les limites assez étendues entre lesquelles la cohésion seule semble régir le phénomène.

Tous ces effets méritent un examen attentif et soigné ; en effet, n'est-il pas curieux de voir de l'eau rester liquide dans un vase sphérique fait avec de la glace, tandis qu'un mélange de neige et d'eau mêlés ensemble reste solide, grâce au regel de l'eau interposée entre les particules de neige, et cependant, ce mélange a nécessairement une température plus élevée que celle de l'eau renfermée dans le vase de glace.

CHIMIE.

25. — A.-W. Hoffmann ; Sur le parchemin végétal. (Rapport adressé à MM. de la Rue et Cie de Londres.)

La substance en question présente une analogie suffisamment frappante avec le parchemin animal pour mériter à juste titre le nom qui lui a été donné : même teinte, même degré de transparence, même aspect corné accompagné d'un haut degré de cohésion, même facilité à se laisser plier et déplier sans se rompre. De même que le parchemin animal, le parchemin végétal est fortement hygroscopique, et augmente de flexibilité et de dureté par suite de l'absorption de l'humidité. Plongé dans l'eau, il acquiert peu à peu une consistance molle et gluante, sans cependant perdre de sa ténacité. Il est imperméable à l'eau, quoique, de même que dans le cas du parchemin animal, ce liquide le traverse lentement, par suite de l'action endosmotique.

En suivant le procédé indiqué par l'inventeur, M. Gaine, pour convertir du papier sans colle en parchemin, procédé qui consiste à plonger le papier pendant quelques secondes dans de l'huile de vitriol (acide sulfurique du commerce), étendue de la moitié de son volume d'eau, l'auteur du rapport a été frappé de l'importance qu'il y a à maintenir très-exactement la proportion ci-dessus d'eau et d'acide. Pour peu, en effet, que l'acide soit plus étendu, le parchemin produit est d'une nature très-imparfaite, tandis que, s'il est plus concentré, on court le risque de dissoudre ou de noircir le papier. En un mot, la transformation du papier en parchemin est une opération délicate, et ce n'est qu'aprés plusieurs tentatives infructueuses que l'auteur a réussi à en fabriquer d'aussi belle qualité que l'échantillon qui lui avait été envoyé.

M. Hoffmann cherche ensuite à constater un fait déjà annoncé par M. Barlow, savoir : que le papier n'acquiert aucun poids additionnel par suite de sa conversion en parchemin. Ce résultat aurait, en effet, de l'importance, puisque, s'il en était ainsi, l'action de l'acide sulfurique resterait

essentiellement moléculaire, et n'entraînerait aucun changement chimique dans la composition du papier. L'auteur soumit donc à l'analyse plusieurs échantillons de parchemin végétal tel que le commerce le fournit, et obtint pour résultat que, sauf 0,9 pour cent de matières minérales, proportion qui ne dépasse guère celle qu'on retrouve dans le bon papier ordinaire, le parchemin végétal est identique, dans sa composition, avec la *cellulose* ou *fibre ligneuse*. Ce résultat démontre que le changement extraordinaire que subit le papier par sa transformation en parchemin, dépend uniquement d'un nouvel arrangement moléculaire des particules qui le composent, et nullement d'une altération chimique dans la composition du papier. On peut assimiler, sous ce rapport, l'action exercée par l'acide sulfurique sur la fibre ligneuse à la conversion de celle-ci, par suite de l'action prolongée du même acide en *dextrine*, substance qui, quoiqu'elle n'ait en apparence aucun rapport avec la fibre, lui est identique par sa composition chimique. Le parchemin végétal peut être ainsi regardé comme constituant une espèce de chaînon ou lien entre la cellulose d'un côté et la dextrine de l'autre.

Ce qui précède suffit pour montrer que la transformation du papier en parchemin végétal n'a aucun rapport avec la modification que subit la fibre végétale, par suite de l'action de l'acide nitrique. En effet, dans ce cas, la cellulose reçoit, en échange de son hydrogène, pendant sa transformation en pyroxiline et en coton-poudre, les éléments de l'acide hyponitrique, avec augmentation de poids jusqu'à 40 et même quelquefois 60 pour cent. D'ailleurs, les composés nitreux ainsi produits diffèrent si essentiellement de la cellulose, qu'il n'est point étonnant qu'ils soient doués de propriétés totalement différentes, telles que plus grande combustibilité, changement de condition électrique, etc., tandis que le parchemin végétal n'étant que le résultat d'une transposition moléculaire, dans laquelle le papier n'a rien gagné ni rien perdu, conserve naturellement tous les caractères importants de la fibre végétale, tout en ayant reçu cependant des modifications de nature à en augmenter notablement la valeur.

Après avoir établi la nature de l'action qui donne lieu à la production du parchemin, l'auteur cherche à constater s'il ne reste dans la nouvelle substance aucune trace appréciable de l'acide sulfurique nécessaire à sa formation. Ce fait était, en effet, d'une haute importance à mettre hors de doute, car il est évident que la présence, dans le parchemin végétal, de la plus petite quantité d'acide sulfurique, serait de nature à atténuer singu-

lièrement l'importance de cette substance, en ce qu'il en altérerait graduellement le tissu, et la rendrait ainsi complétement inapte à remplacer le parchemin animal dans le plus grand nombre de cas. Au reste, déjà le procédé que l'on emploie dans la préparation du parchemin végétal fournit une garantie contre la présence de l'acide sulfurique dans cette substance. En effet, dès que la transformation est accomplie, on lave pendant longtemps le nouveau parchemin à grande eau, puis après l'avoir plongé dans une solution étendue d'ammoniaque, on le relave de nouveau. Par ce procédé, en supposant même que le premier lavage n'entraînât pas la totalité de l'acide sulfurique, ce qui en resterait se combinerait nécessairement avec l'ammoniaque, en formant du sulfate d'ammoniaque, sel parfaitement neutre, et qui ne se décompose qu'au-dessus de 280° C., température à laquelle le parchemin lui-même se détruirait complétement. Mais M. Hoffmann a été plus loin, et s'est attaché à démontrer l'absence complète de l'acide sulfurique par des expériences directes. Dans ce but, il fit bouillir pendant une demi-journée dans de l'eau du parchemin végétal découpé en petits fragments, filtra le liquide, et le concentra par l'évaporation jusqu'à un petit nombre de gouttes. Le liquide ainsi concentré contenait des sulfates d'ammoniaque et de chaux, et rougissait légèrement le papier bleu végétal, ce que l'auteur attribue à la présence du sulfate d'ammoniaque, qui, quoique neutre, a une action sensible sur les couleurs végétales. La preuve de l'absence de toute trace d'acide sulfurique résulte, aux yeux de M. Hoffmann, du fait qu'une petite bande de parchemin lavé avec le liquide concentré, et séché à 100° C., n'a pas donné le plus léger signe d'altération, pas plus que s'il avait été lavé avec de l'eau distillée. Or, pour peu qu'il eût existé d'acide sulfurique dans le parchemin soumis à l'épreuve, il serait difficile de ne pas admettre qu'en soutirant l'acide en question d'une très-grande quantité de parchemin, et en concentrant son action sur une très-petite bande de cette même substance, un commencement d'altération n'en dût être la conséquence. L'auteur se croit donc fondé à conclure que le parchemin végétal ne contient pas la moindre trace d'acide sulfurique libre, et que les très-petites quantités de sulfates qu'il renferme sont incapables de développer cet acide dans toutes les circonstances ordinaires auxquelles le parchemin peut se trouver exposé.

Restait à estimer la ténacité relative du parchemin végétal comparé à celle du parchemin ordinaire. Dans ce but, l'auteur s'est procuré plusieurs bandes d'épaisseur égale des deux espèces de parchemin ayant chacune une largeur de $^7/_8$ de pouce. Ces bandes, repliées sur elles-mêmes en

forme d'anneau, étaient fixées au moyen de deux vis à un cylindre horizontal. Chaque anneau de parchemin était traversé intérieurement par un petit cylindre de bois, le débordant de chaque côté d'environ un pouce, et aux deux extrémités de ce cylindre étaient fixés des cordons soutenant un bassin qu'on chargeait de poids toujours plus considérables, jusqu'à ce que le parchemin se rompît. Une série d'expériences faites d'après cette méthode, fournit comme résultat que du papier converti en parchemin végétal par le procédé décrit ci-dessus, acquiert une ténacité *quintuple* de celle qu'elle possédait auparavant, et que la ténacité du parchemin végétal est à peu près les *trois quarts* de celle du parchemin animal. La ténacité du parchemin végétal a d'ailleurs l'avantage d'être plus uniforme que celle du parchemin animal, ce qui tient sans doute au mode de fabrication de ce dernier, et à l'épaisseur inégale des peaux que l'on emploie.

Si le parchemin végétal ne possède pas une ténacité tout à fait égale à celle du parchemin ordinaire, il a un avantage notable sur ce dernier par la résistance plus grande qu'il oppose à l'action des agents chimiques, et spécialement de l'eau. Le parchemin végétal peut être, en effet, bouilli dans de l'eau pendant plusieurs jours de suite sans rien perdre de ses propriétés, tandis que, dans les mêmes circonstances, le parchemin animal s'altère rapidement et se convertit peu à peu en gélatine. On sait d'ailleurs que le parchemin animal s'altère à la longue, même à la température ordinaire, si on le tient dans un endroit humide, tandis que dans les mêmes circonstances le parchemin végétal ne subit aucune espèce de changement.

Un dernier avantage du parchemin végétal résulte du fait qu'il est beaucoup moins sujet à attirer les insectes que ne l'est le parchemin animal. Rien d'ailleurs n'empêche d'imprégner d'avance le papier destiné à être converti en parchemin, de sels de mercure ou d'autres agents chimiques propres à prévenir tout inconvénient de cette nature.

En résumé, l'auteur estime que le parchemin végétal pourra remplacer avec avantage le parchemin ordinaire, non-seulement pour la rédaction des actes de toute espèce, mais aussi dans la reliure. Il pense qu'il pourrait aussi être appliqué avec avantage à certains usages culinaires : par exemple, pour clore hermétiquement des bocaux de fruits ou de légumes conservés. Le chimiste pourra aussi s'en servir pour faire communiquer entre elles ses cornues et autres appareils de laboratoire ; enfin, on pourrait encore l'utiliser dans l'art militaire en l'appliquant à la *confection* de cartouches *imperméables*.

---

26. — SUR L'ANTIMOINE DÉTONANT OBTENU PAR VOIE ÉLECTROLYTIQUE.

M. G. Gore[1] a le premier fait connaître les propriétés curieuses de l'antimoine précipité par l'électrolyse. Si l'on soumet à la décomposition une dissolution de chlorure d'antimoine, en terminant le pôle positif par une lame d'antimoine et le pôle négatif par une lame de cuivre, on recueille l'antimoine sur celle-ci sous la forme d'une plaque d'un blanc d'argent qui, sous l'influence d'un choc ou du frottement par un corps dur, éclate en fragments avec une explosion accompagnée d'une fumée blanche, d'un dégagement de chaleur et quelquefois d'un phénomène lumineux.

M. Böttger[2] a constaté que cette détonation peut se produire même sous l'eau, et l'a attribuée à la formation d'un hydrure solide d'antimoine dans la décomposition électrolytique.

M. Gore a récemment présenté à la Société royale un nouveau travail sur ce sujet[3]. Nous allons analyser rapidement son mémoire :

Lorsqu'on soumet à l'électrolyse différentes dissolutions d'antimoine, on peut obtenir deux espèces différentes de dépôts de ce métal : l'un est *amorphe*, l'autre est *cristallin*. Le premier dépôt est facilement susceptible d'une modification particulière accompagnée d'un dégagement considérable de chaleur.

Pour préparer ces substances, l'auteur emploie principalement deux liquides différents. Le premier se compose d'une solution de chloride d'antimoine (tel qu'on le prépare en pharmacie) que l'on a à peu près saturée d'antimoine en la faisant traverser par un courant électrique en se servant d'une lame d'antimoine pour anode, et en prolongeant cette action jusqu'à ce que l'on obtienne un dépôt de métal sur l'autre électrode, et que la couleur jaune de la liqueur ait disparu. C'est cet électrolyte qui, soumis à l'action de deux éléments de Smee, donne, moyennant quelques précautions, un dépôt d'antimoine amorphe.

Le second électrolyte est composé de 5 parties d'émétique et 5 parties d'acide tartrique, dissous dans un mélange de 2 parties d'acide chlorhydrique et 30 parties d'eau. En soumettant ce liquide à l'action de la pile, on obtient un dépôt d'antimoine cristallin.

[1] *Philos. Magaz.*, tome IX, p. 73.
[2] *Poggend. Annalen*, tome XCVII, p. 334.
[3] *Philos. Magaz.*, décembre 1858.

Les propriétés principales qui caractérisent et différencient ces deux espèces de dépôts sont résumées dans le tableau suivant :

	Dépôt amorphe.	*Dépôt cristallin.*
Pesanteur spécifique	5,739 à 5,944	6,369 à 6,673
Couleur	Acier poli.	Gris d'argent.
Cassure	Amorphe.	Cristalline.
Texture	Douce et faible.	Dure et forte.
Pouvoir électrique relatif	Positif.	Négatif.
Pouvoir thermo-électrique relatif.	Positif.	Négatif.

Le dépôt amorphe subit un changement rapide et intense accompagné d'un dégagement de chaleur lorsqu'on le frappe doucement avec un corps dur. Le dépôt cristallin ne jouit point de cette propriété.

On peut aussi déterminer cette modification par l'emploi de la chaleur, du frottement, de la rupture et de l'étincelle voltaïque ; on réussit toujours par l'action de la chaleur, tandis que, lorsque le dépôt est peu épais, le choc ou la rupture ne produisent aucun effet.

L'auteur avait cru d'abord que ce phénomène était semblable aux changements moléculaires du soufre, du sélénium, de l'iodure de mercure, etc., observés par MM. Hittorff, Regnault, Weber et d'autres.

Mais dans un appendice à son mémoire, où il signale quelques faits nouveaux, M. Gore abandonne en partie cette interprétation.

Il a reconnu que le dégagement de chaleur ne se produit pas à une température déterminée, mais qu'il commence vers 80° C., et qu'il devient complet et subit vers 100°.

La quantité totale de chaleur dégagée pendant la modification est suffisante pour élever de 360° environ un poids égal d'antimoine métallique.

Lorsque le changement est brusque, il se développe des vapeurs provenant de l'action de la chaleur sur le chlorure d'antimoine que le dépôt contient.

L'analyse chimique du dépôt amorphe a donné les résultats suivants :

	1re analyse.	*2me analyse.*
Sb	93,36	93,51
$SbCl^3$	5,98	6,03
HCl	0,46	0,21
	99,80	99,75

En faisant digérer pendant longtemps le dépôt amorphe non modifié dans de la potasse caustique, il perd 2,95 pour 100 de son poids, et le dégagement de chaleur est moins considérable lors de sa modification. En employant de l'acide chlorhydrique concentré au lieu de potasse, le dépôt perd 6,66 pour 100 de son poids, et il n'est plus susceptible de changement.

L'auteur, d'après ces faits, pense que la substance en question est un faible composé chimique d'antimoine et de chlorhydrate acide de chlorure d'antimoine, en proportion probablement variable, décomposable par la chaleur. Lorsque le dégagement de chaleur est *graduel*, il attribue la modification à une altération moléculaire accompagnée d'un affaiblissement d'affinité chimique, tandis que dans le cas d'un changement *brusque et subit*, la chaleur dégagée déterminerait une décomposition chimique particulière plus ou moins considérable suivant la température qui se produit.

De son côté, M. Böttger a fait de nouvelles recherches sur ce sujet [1]. Suivant lui on obtient un antimoine qui éclate instantanément par le frottement, avec un fort dégagement de chaleur, et se réduit en fragments ou en poudre, lorsqu'on décompose une dissolution de chlorure d'antimoine, de 1,35 de densité, par le courant d'une pile faible de deux ou trois éléments. Au moment de l'explosion la température s'élève au moins à 250°, car le coton-poudre prend feu et une feuille d'étain se fond. L'antimoine explosible renferme toujours du chlorure d'antimoine, comme on peut le reconnaître, soit en le faisant détoner sous l'eau à une température de 75° par le frottement, dans ce cas il se forme de l'oxychlorure d'antimoine insoluble, soit en le décomposant par une chaleur de 200° dans un tube de verre, on recueille ainsi des vapeurs de chlorure d'antimoine.

La proportion de chlorure d'antimoine contenu dans le métal explosible varie de 3 à 5,8 pour 100.

Dans de l'eau à une température de 12 à 15° on peut désagréger un fragment d'antimoine explosible et le réduire en fragments ou en poudre grossière à l'aide d'une tige de fer, sans qu'il se décompose et qu'il laisse dissoudre du chlorure d'antimoine, ce qui prouve que celui-ci n'est pas seulement emprisonné dans la masse métallique, mais qu'il s'y trouve

[1] *Jahresbericht des physik. Vereins zu Frankfurt*, 1856—57. Extrait dans les *Annalen der Chemie und Pharmacie*, tome CVIII, p. 247.

engagé dans une véritable combinaison chimique. Si l'on fait sécher les fragments ainsi lavés, ils présentent encore la propriété de se réduire en poudre avec dégagement de chaleur et d'une fumée de chlorure d'antimoine, lorsqu'on les raie avec un corps dur ou qu'on les frappe avec un marteau.

Il est impossible d'obtenir l'antimoine explosible par la décomposition de dissolutions antimoniales qui ne renferment pas d'acide chlorhydrique.

M. Böttger conclut de ces faits que la détonation de ce produit n'est pas due à un changement moléculaire que subirait l'antimoine, mais à la décomposition subite d'un composé contenant du chlorure d'antimoine, dont la nature n'est pas encore connue.

---

27. — A. Perrot; Sur l'emploi du cuivre réduit dans la combustion de substances azotées et dans les dosages d'azote.

M. le professeur H. Limpricht ayant publié dernièrement [1] sur l'analyse des substances azotées un travail dont les conclusions, entièrement défavorables au procédé indiqué par M. Dumas, mettent en doute tous les résultats obtenus par les combustions de matières azotées, j'ai fait, d'après le conseil de M. Wurtz, une série d'expériences dans le but de m'assurer si, comme le dit M. Limpricht, le cuivre réduit décompose, même au rouge sombre, l'acide carbonique. J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résultat de ce travail.

Le cuivre que j'ai employé avait été préparé en grillant de la tournure de cuivre rouge, et en la réduisant par l'hydrogène. L'acide carbonique, tantôt sec, tantôt humide, provenait de la décomposition du marbre par l'acide chlorhydrique ou du bicarbonate de soude par la chaleur. Il passait sur une certaine quantité d'oxyde de cuivre, puis sur une colonne de cuivre réduit, longue de 25 centimètres. La température variait du rouge sombre au rouge vif. Les gaz venaient se rendre sous le mercure et pouvaient ainsi être recueillis dans des éprouvettes contenant de la potasse.

Dans aucun cas il ne s'est formé d'oxyde de carbone; le gaz dégagé a toujours été entièrement absorbé par la potasse

Ce résultat, que l'expérience de bien des années permettait d'attendre, est en complet désaccord avec ceux annoncés par M. Limpricht qui, en moins d'un quart d'heure, a transformé 50 centimètres cubes d'acide

[1] *Annalen der Chemie und Pharmacie*, octobre 1858.

carbonique en oxyde de carbone, en le faisant passer sur une colonne de cuivre réduit de 15 centimètres environ.

Le cuivre dont on se sert dans quelques laboratoires en Allemagne provient le plus souvent des battitures que l'on se procure chez les chaudronniers : il est loin d'être toujours exempt de fer ou même de laiton. Dans la pensée que les résultats annoncés pouvaient avoir pour cause l'emploi de cuivre impur, j'ai répété les expériences dont je viens de parler, en mêlant au cuivre réduit de très-petites quantités de fer ou de laiton. Dans les deux cas, il y a toujours décomposition d'acide carbonique en oxyde de carbone et cela dans une forte proportion.

En modérant le courant de gaz acide carbonique, on peut arriver à une décomposition à peu près complète et obtenir à l'extrémité d'un tube effilé une flamme continue d'oxyde de carbone.

Il est permis de conclure de ce travail que, pour les dosages d'azote comme pour la combustion de produits azotés, on peut sans aucun inconvénient se servir de cuivre réduit. Toutes les fois que le cuivre contiendra des quantités appréciables de fer ou de laiton, il devra être rejeté.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

28. — Cl. Bernard; Variation de la couleur du sang veineux dans les organes glandulaires. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, 16 août 1858.)

M. Bernard a étudié depuis quelques mois des phénomènes curieux relatifs aux changements de coloration qu'offre le sang sortant d'une glande, selon que la glande est en activité ou en repos. Pendant la sécrétion, c'est-à-dire pendant l'activité de la glande, le sang de la veine est d'un rouge presque aussi vif que le sang artériel. Au contraire, lorsque la glande reste inactive, le sang de la veine est aussi noir que le sang veineux ordinaire.

On peut rendre ce phénomène très-évident en galvanisant les nerfs qui se rendent dans les organes glanduleux. La glande submaxillaire, par exemple, reçoit chez le chien deux rameaux nerveux, dont l'un provient de la corde du tympan et l'autre du sympathique. Lorsqu'on irrite le premier de ces rameaux nerveux, on voit la salive s'écouler en abondance par le conduit de Wharton, tandis que le sang sort en grande quantité par la veine et présente une couleur rouge très-prononcée. Si alors on fait cesser la

galvanisation du rameau tympanico-lingual et qu'on irrite au contraire le rameau provenant du sympathique, l'écoulement de la salive cesse presque instantanément, et le sang ne sort plus de la veine qu'en très-faible quantité ; mais ce sang est noir. Cette expérience n'est point neuve dans toute son étendue, car M. Ludwig a déjà étudié en Allemagne l'action de ces deux nerfs sur la sécrétion et l'activité de la circulation. La découverte de M. Bernard doit donc être restreinte à ce qui touche à la coloration.

Le fait que le sang reste rouge pendant l'activité de la glande, mais devient noir pendant son inactivité s'explique très-naturellement. En effet, pendant l'activité de la glande la circulation est surexcitée et le sang qui traverse en surabondance et avec une excessive rapidité le tissu de la glande n'a le temps de subir que des modifications chimiques très-minimes. Aussi est-il encore rouge lorsqu'il arrive dans la veine. Au contraire, pendant l'inactivité de la glande, la petite quantité de sang qui circule très-lentement dans l'organe a le temps de subir des modifications intenses avant d'arriver dans la veine : de là sa couleur noire. Le rôle des nerfs est donc ici un rôle purement moteur : l'irritation du rameau tympanico-lingual amène la dilatation des vaisseaux, tandis que la galvanisation du rameau sympathique produit leur contraction.

---

29. — Max SCHULTZE ; UEBER DIE ENDIGUNGSWEISE, etc. ; SUR LE MODE DE TERMINAISON DU NERF ACOUSTIQUE DANS LE LABYRINTHE. (*Archiv für Anatomie und Physiologie,* 1858, p. 343-381.)

Dans ce mémoire M. Schultze nous fait connaître une série des résultats histologiques intéressants auxquels l'a conduit l'étude du labyrinthe des vertébrés en général et des poissons en particulier. Chez les raies l'ampoule de chacun des trois canaux semi-circulaires présente à son intérieur une proéminence occupant la moitié d'un grand cercle de la sphère. Cette proéminence est nommée par l'auteur la *crête acoustique*. Toutes les fibres de chaque rameau ampullaire du nerf auditif se rendent dans la crête correspondante et s'y étalent en éventail. Elles en traversent de part en part le stroma, formé de tissu conjonctif, et pénètrent entre les cellules de l'épithélium qui recouvre la crête. Mais, avant de pénétrer dans la couche épithéliale, chaque fibrille perd son enveloppe médullaire et même sa tunique de Schwann et se trouve réduite au cylindre d'axe.

Entre les cellules de l'épithélium, les fibres se divisent en ramuscules très-fins qu'il n'est pas possible de poursuivre avec certitude jusqu'à leur terminaison définitive.

L'épithélium de la surface interne des canaux semi-circulaires et des ampoules est formé par une simple couche de cellules pavimenteuses. Toutefois les cellules se superposent en plusieurs couches sur la crête acoustique et deviennent même cylindriques dans la région de la terminaison des nerfs. Lorsqu'on étudie l'épithélium frais de cette dernière région dans de la périlymphe ou du liquide cérébrospinal, on s'aperçoit qu'il est recouvert d'une forêt de longs poils minces et roides, comparables à ceux que l'auteur a décrits dans la région olfactive de la muqueuse nasale chez certains amphibies et certains oiseaux. Cette conformation de la crête acoustique n'est point spéciale aux raies et aux requins, car M. Schultze la retrouve encore chez le brochet. Chaque poil paraît être porté par un corps globuleux particulier, logé entre les cellules cylindriques de l'épithélium, mais dans lequel on ne réussit pas à reconnaître de nucléus.

On trouve de plus, entre les cellules cylindriques de l'épithélium de la crête acoustique, des cellules fusiformes ou bipolaires se prolongeant en deux filaments et rappelant tout à fait les cellules particulières que M. Ecker et M. Schultze ont décrites dans la région olfactive de tous les vertébrés, et que ce dernier a nommées *cellules olfactives* (Riechzellen). On peut les nommer *cellules effilées* (Fadenzellen). Enfin, on trouve encore entre les cellules de l'épithélium, chez les sélaciens et les brochets, des cellules particulières appelées par M. Schultze *cellules basales*. Elles reposent par une large troncature sur le tissu conjonctif à consistance cartilagineuse de la crête acoustique et se terminent par leur extrémité opposée en une pointe qui va se perdant entre les autres éléments de l'épithélium.

Les deux sacs à otolithe des requins, des raies et des brochets possèdent une couche épithéliale dont les éléments rappellent tout à fait ceux de l'épithélium des ampoules. La région qui remplace ici la crête, c'est-à-dire la région dans laquelle se terminent les fibrilles du nerf acoustique, est celle contre laquelle est appliquée la surface convexe de l'otolithe.

Les cellules basales n'étant, d'après M. Schultze, qu'une modification des cellules pavimenteuses, il reste comme éléments spéciaux des ampoules

et des sacs à otolithe les cellules effilées et les longs poils roides. M. Schultze considère comme probable que ces éléments jouent un grand rôle dans l'audition, qu'ils sont de nature nerveuse et qu'il existe une communication directe entre eux et les ramuscules des cylindres d'axe que nous avons vu pénétrer dans la couche épithéliale. Il y aurait dans ce cas une grande analogie entre le mode de terminaison des nerfs dans l'oreille et dans le nez.

M. Schultze s'est assuré que les otolithes des poissons sont toujours adhérents à la paroi du sac par leur surface convexe, tandis que leur surface concave est baignée par l'endolymphe. Le sac présente dans cette région une crête nerveuse qui vient se mouler dans un sillon longitudinal qu'on trouve toujours à la surface dorsale de l'otolithe. L'endolymphe possède à peu près la consistance de l'humeur vitrée et c'est sa densité même qui maintient l'otolithe dans sa position.

L'auteur communique également dans ce mémoire ses recherches histologiques sur le limaçon des mammifères. Il se range très-décidément du côté de M. Corti, de M. Claudius, de M. Böttcher et de M. Leydig, pour déclarer en opposition à M. Kölliker que les fibres de Corti ne sont point de nature nerveuse. Toutefois sa description de l'organe de Corti s'éloigne notablement de celle qu'a donnée M. Leydig, et nous paraît se rapprocher davantage de celles de M. Corti et de M. Kölliker. Il paraîtrait que la véritable terminaison des fibres acoustiques dans la cochlée n'a pas même été soupçonnée jusqu'ici. En effet M. Schultze trouve, et ceci est entièrement nouveau, toute une couche de fibres nerveuses privées, soit de leur couche médullaire, soit de leur tunique de Schwann, et reposant sur la membrane basilaire de la lame spirale membraneuse (dans la rampe vestibulaire). Ces fibrilles courent parallèlement au bord de la lame spirale osseuse et paraissent provenir en partie des cylindres d'axes sortis par les trous de l'*habenula perforata*. C'est tout au moins ce qui a lieu chez l'homme. Du reste ces fibrilles offrent sur leur parcours de petites cellules nerveuses bipolaires. L'auteur suppose que l'organe de Corti est susceptible d'entrer en vibration et de favoriser ainsi la perception des ondes sonores, mais il est clair que c'est là une pure hypothèse.

---

30. — Ernest FAIVRE; EXPÉRIENCES SUR L'EXTINCTION DES PROPRIÉTÉS DES NERFS ET DES MUSCLES APRÈS LA MORT CHEZ LES GRENOUILLES. (*Comptes rendus de la Société de biologie*, juillet 1858.)

D'après M. Faivre on voit se présenter chez les grenouilles sept à vingt heures après la mort des phénomènes fort singuliers. Tandis que l'irritabilité du nerf diminue et s'éteint, la contractilité du muscle augmente au contraire d'une manière extrême, et c'est au moment où le muscle est le plus excitable que le nerf a cessé de l'être. Au moment où le muscle atteint son maximum de contractilité, la fibre musculaire n'est pas seulement irritable par le courant de la pile, mais encore elle devient impressionnable aux agents mécaniques qui jusqu'alors n'avaient eu aucune action. Une irritation avec la pince, une légère traction, une piqûre d'aiguille éveillent alors les contractions les plus énergiques. La contractilité maximum dure plusieurs heures; elle s'affaiblit enfin, mais graduellement, et la rigidité lui succède, sans qu'il y ait rien de rapide dans le passage d'un état à l'autre.

M. Faivre a reconnu en outre que les pattes dont les nerfs ont été coupés ou réséqués pendant la vie atteignent plus tôt le maximum de contractilité que celles dont les nerfs sont intacts, et il croit pouvoir conclure que toute cause qui tend à diminuer la puissance nerveuse tend à exalter la puissance musculaire.

---

31. — Moritz SCHIFF; UEBER DIE FUNCTION, etc. SUR LES FONCTIONS DES COLONNES POSTÉRIEURES DE LA MOELLE ÉPINIÈRE. (*Moleschott's Untersuchungen*, tome IV, 1858, p. 84.)

On sait que MM. Schiff et Brown-Séquard sont arrivés, par leurs recherches sur la sensibilité de la moelle, à des résultats très-semblables, en ce sens que tous deux ont reconnu que la substance grise, nommée *esthésodique* par M. Schiff, est susceptible de conduire les sensations, sans être sensible elle-même.

Il existe cependant certaines différences sur d'autres points des observations de ces deux physiologistes. M. Brown-Séquard affirme que la section transversale des colonnes postérieures de la substance blanche, ou d'une des moitiés de la moelle est suivie d'une hypersthésie de certaines parties du corps, et il affirme en outre que les colonnes de la substance

blanche sont incapables de conduire des sensations au cerveau par elles-mêmes et indépendamment de la substance grise.

M. Schiff, de son côté, prétend que l'hyperesthésie observée par M. Brown n'est qu'apparente. Il trouve de plus que la substance blanche conduit les sensations tout aussi bien que la substance grise, et qu'après la section transversale de toute la masse grise, les parties du corps qui sont situées en arrière de la section possèdent encore toutes une sensibilité fort distincte.

Comme complément et explication de ces observations, M. Schiff publie aujourd'hui le résultat de ses nouvelles recherches sous la forme suivante :

1° Les colonnes postérieures de la substance blanche sont seules susceptibles de conduire les sensations purement tactiles, mais elles sont incapables de conduire la douleur produite par des actions mécaniques, chimiques ou thermiques ; en un mot, elles ne sont pas les organes conducteurs du sens commun.

2° La substance grise conduit le sens commun, c'est-à-dire la douleur produite par une forte pression, les brûlures, les blessures, etc. ; par contre, elle ne peut conduire les impressions purement tactiles.

3° Lorsqu'on opère la section transversale d'une des moitiés de la moelle ou des deux colonnes postérieures de substance blanche, les impressions purement tactiles ne sont plus perçues, mais toutes les actions susceptibles de produire de la douleur continuent encore à produire des sensations. Il n'y a donc pas là de véritable hyperesthésie des parties correspondantes.

M. Schiff promet de publier bientôt les expériences qui l'ont conduit à ces remarquables résultats.

---

32. — HEYNSIUS ; ZUR THEORIE, etc. SUR LA THÉORIE DE LA SÉCRÉTION DE L'URINE. (*Archiv für die holländischen Beiträge zur Natur- und Heilkunde*, 1857, p. 265.)

Dans ce mémoire, M. Heynsius examine à un point de vue critique les théories de la sécrétion de l'urine de MM. Ludwig, Dornblüth et Wittich. Sa propre manière de voir se rapproche de celle du premier de ces auteurs, en ce sens qu'il accorde une grande importance au degré de pression intravasculaire dans le mécanisme de la sécrétion. Mais le point qui mérite le plus d'être relevé dans ce travail est relatif à la cause qui, dans

l'état normal, s'oppose au passage de l'albumine dans l'urine. Cette cause réside principalement dans l'acidité de l'urine.

M. Heynsius a été conduit à cette découverte par une simple expérience. Deux tubes fermés par une membrane animale (amnios), et remplis de sang de bœuf plongeaient l'un dans de l'eau, l'autre dans de l'urine normale (acide). Au bout de vingt-quatre heures, l'albumine du sang avait passé en grande abondance à travers la membrane du premier tube, mais point à travers celle du second. Au contraire, lorsque l'urine était alcaline, l'albumine passait. De l'eau acidulée avec de l'acide acétique produisait le même effet que de l'urine acide. Il paraîtrait donc que le contenu acide des canalicules rénaux empêche ou du moins restreint considérablement la filtration de l'albumine au travers des parois soit des glomérules, soit des canalicules eux-mêmes, quoique un courant d'eau intense soit dirigé (en cela M. Heynsius est d'accord avec M. Ludwig) de l'intérieur des canalicules vers les capillaires sanguins. Le fait de l'albuminurie dans les cas où l'urine paraît cependant acide, s'expliquerait alors par la circonstance qu'une partie des reins fonctionne encore normalement et rend l'urine acide.

Une difficulté s'oppose à cette explication, c'est que l'urine des animaux herbivores est alcaline, et que ces animaux ne sont cependant point albuminuriques. Il est vrai que M. Heynsius prétend trouver leur urine toujours acide dans les canalicules des reins. Il resterait alors à démontrer pourquoi elle devient alcaline déjà dans les calices rénaux.

---

33. — CIENKOWSKI; UEBER MEINEN BEWEIS, etc. SUR MES PREUVES EN FAVEUR DE LA GÉNÉRATION PRIMAIRE. (*Bulletins de la classe physico-mathématique de l'Acad. de Saint-Pétersbourg,* tome XVII, 1858.)

Dans un mémoire intitulé : *Zur Genesis eines einzelligen Organismus,* M. Cienkowski avait communiqué, il y a quelques années plusieurs observations curieuses qui lui semblaient parler en faveur d'une génération équivoque.

Ces observations peuvent se résumer de la manière suivante : un grain de fécule abandonné à lui-même dans l'eau s'entoure bientôt d'une enveloppe qui, d'abord exactement adhérente à la surface, se dilate ensuite de manière à laisser un espace entre elle et lui. Cette enveloppe produit

souvent des prolongements tubuleux. Le grain de fécule se dissout peu à peu de la périphérie au centre, et à sa place se forme une matière mucilagineuse qui remplit l'enveloppe. Des granules se précipitent bientôt à l'intérieur de ce mucilage, et s'organisent en monades armées de deux flagellum ; celles-ci percent la membrane enveloppante et vont s'agiter au dehors. M. Cienkowski considérait l'enveloppe comme un organisme unicellulaire, et les corps monadiniformes comme des zoogonidies reproductives.

Le nom seul de M. Cienkowski devait forcément attirer l'attention même des savants les plus sceptiques. D'ailleurs, ces observations furent répétées et confirmées de tous points par M. Regel, M. Merklin, et par l'un des micrographes les plus distingués de l'époque actuelle, M. Nægeli. La doctrine déjà défaillante de la génération spontanée commençait à rebattre d'une aile.

Aujourd'hui M. Cienkowski vient nous présenter la clef de ces singuliers phénomènes, et donner le coup de grâce à la génération spontanée. La membrane qui enveloppe le grain de fécule est bien un organisme unicellulaire, mais cet organisme ne s'est point formé pour la première fois autour du granule. Il a précédemment vécu de la vie de monade. M. Cienkowski, en poursuivant de petites monades a vu fréquemment comment l'une d'elles venait s'accoler à un grain d'amylum, pour diffluer bientôt en quelque sorte et s'étendre en couche mince tout autour de celui-ci. La petite monade enveloppe le grain de fécule dont la grosseur est relativement gigantesque, précisément de la même manière qu'un rhizopode enveloppe sa proie. La provenance de la membrane qui entoure la granule se trouvant ainsi expliquée, le reste du phénomène n'offre plus rien d'anormal.

---

34. — H. Rathke ; Bemerkungen ueber die Entstehung, etc. Remarques sur la formation de la carotide commune et impaire particulière a certains oiseaux et aux crocodiles. (*Archiv für Anat. und Phys.*, 1858, p. 315.)

On sait depuis longtemps que beaucoup d'oiseaux sont, comme les mammifères, munis de deux carotides ; dans la règle, ces vaisseaux ne sont pas situés à une grande distance l'un de l'autre à côté des nerfs vagues et des veines jugulaires, mais ils sont comme accollés sous les corps des vertèbres cervicales. Plus tard, Bauer, Meckel et Nitzsch

ont trouvé que chez d'autres oiseaux il n'y a qu'une seule carotide commune, naissant dans la règle d'une anonyme gauche, et parfois, mais très-rarement, d'une anonyme droite, et que cette carotide, arrivant peu après son origine sur la ligne médiane, s'étend sous les vertèbres cervicales jusque près de la tête où elle se divise en deux rameaux symétriques.

M. Rathke, dans un travail sur cette carotide commune impaire, qu'il nomme carotide subvertébrale, avait déjà exprimé l'idée que ce vaisseau est formé par la fusion de deux carotides primitivement distinctes. C'est ce que viennent confirmer aujourd'hui ses recherches sur des embryons de moineaux. Les deux carotides, d'abord très-éloignées l'une de l'autre, se rapprochent graduellement d'arrière en avant jusqu'au point de venir se toucher; puis la paroi se résorbe aux points de contact. C'est donc là un phénomène tout semblable à celui de la formation d'une seule aorte descendante aux dépens de deux aortes primitives, formation dont nous devons l'étude chez le poulet à M. Remak.

---

35. — Klaatsch et Stich; Ueber den Ort, etc. Sur le siége du sens du gout. (*Virchow's Archiv*, 1858, XIV, p. 225.)

Il n'est pas une place du tube digestif de la lèvre jusqu'au pylore, qui n'ait été revendiquée comme siége du goût. Même des organes situés en dehors du canal alimentaire, comme la trachée artère, ont été supposés participer à la perception des saveurs. Aussi est-il intéressant de voir des observateurs scrupuleux se remettre à l'étude d'une question aussi controversée. Le mémoire de MM. Klaatsch et Stich contient un historique du sujet extrêmement complet et détaillé. Leurs propres observations les ont conduits aux résultats suivants :

Le sens du goût a son siége dans une bande étroite qui fait tout le tour du bord de la langue. Cette bande a chez certaines personnes à peine deux lignes de largeur; chez d'autres elle atteint une largeur double. Ordinairement elle occupe exactement le milieu du bord de la langue; parfois elle est un peu plus près de la face supérieure; parfois aussi, mais très-rarement, un peu plus près de la face inférieure. En outre, la langue dans tout son tiers postérieur, ainsi qu'une partie du palais mou sont sensibles au goût. Aucune autre région de la bouche ni du pharynx n'est douée de propriétés gustatives.

---

36. — MAX SCHULTZE, ZUR KENNTNISS, etc. SUR L'ORGANE CAUDAL DE LA RAJA CLAVATA ET SUR SA PARENTÉ AVEC LES ORGANES ÉLECTRIQUES. (*Archiv für Anatomie und Physiologie*, 1858, page 213.)

Les recherches de M. Robin, et plus tard celles de M. Kölliker, ont enseigné que l'organe caudal des raies est formé d'un grand nombre de petits compartiments, dont la partie antérieure porte, appliquée contre sa face postérieure, une plaque de nature spongieuse (Schwammkörper, corps spongieux de Kölliker). Cette plaque occupe environ un tiers du compartiment ; le reste est rempli par du tissu conjonctif gélatineux à cellules étoilées et par des vaisseaux sanguins. L'auteur n'hésite pas à assimiler cet organe aux organes électromoteurs des poissons électriques, et à considérer le tissu des corps spongieux comme analogue à celui des *plaques électriques*.

Ceci n'est au fond qu'une répétition de ce qu'avait déjà avancé M. Robin, mais M. Schultze donne des preuves histologiques nouvelles à l'appui de cette manière de voir. M. Leydig avait cru que le corps spongieux des raies est formé par une variété du tissu conjonctif très-voisine du cartilage. Mais l'auteur montre qu'il n'en est rien, et que le tissu du corps spongieux est doué de propriétés toutes particulières. C'est un tissu composé d'une substance fondamentale très-abondante, dans laquelle sont disséminées des cellules, et cependant il n'a rien à faire avec le tissu collagène, ni avec aucun autre tissu conjonctif normal ni pathologique, car il est de nature essentiellement albumineuse. Un seul tissu peut se comparer à lui, c'est celui des *plaques électriques* des organes électromoteurs des malaptérures, des gymnotes, des torpilles et des mormyres.

La plaque électrique de la raie offre une particularité qui fait défaut à l'organe correspondant des autres poissons électriques. Ce sont les méandres singuliers formés par les lignes sinueuses qui ornent sa substance fondamentale. M. Schultze croit que cette substance fondamentale ou intercellulaire est la continuation directe des nerfs. Ceux-ci forment d'abord un réseau serré, dans lequel les mailles finissent par disparaître pour faire place à une masse solide. Cette masse nerveuse solide est en partie divisible en lamelles, en partie granuleuse. Quant aux cellules qui sont disséminées dans son intérieur, leur rôle n'est pas très-évident. Il est possible qu'elle aient une importance toute génétique, et qu'elles soient chargées de sécréter la substance qui les enveloppe.

Les plaques spongieuses des raies répondant tout à fait aux plaques électriques des organes électromoteurs du gymnote, du malaptérure et de la torpille, non-seulement au point de vue chimique et histiologique, mais encore au point de vue de leurs rapports avec les nerfs, on est plus en droit que jamais de supposer un pouvoir électromoteur dans cet organe. M. Schultze rappelle à ce propos que M. James Stark a été conduit à la découverte de l'organe caudal des raies par les propos des pêcheurs, qui prétendent qu'on reçoit un choc électrique lorsqu'on saisit par la queue une raie vivante. Dans ce cas, l'analogie de la torpille, du gymnote et du malaptérure permet de supposer que la direction du courant serait d'avant en arrière. En effet, chez ces poissons, le pôle négatif est toujours placé du côté vers lequel est tournée la face des plaques qui est en communication avec les nerfs.

---

37. — Prof. LEBERT ; UEBER EINIGE, etc. SUR QUELQUES MALADIES DES INSECTES NOUVELLES OU PEU CONNUES, QUI SONT CAUSÉES PAR LE DÉVELOPPEMENT DE PARASITES VÉGÉTAUX DANS LE CORPS VIVANT. (*Zeitschrift f. wiss. Zoologie*, 1858, IX, p. 439.)

Dans ce mémoire, M. Lebert, auquel nous devons déjà des travaux intéressants sur les champignons parasites, nous fait connaître de nouveaux cas de maladies causées chez des insectes par la présence, dans l'intérieur de ceux-ci, d'organismes végétaux inférieurs. Ces cas sont les suivants : 1° la présence d'un champignon appartenant au genre *Verticillium* dans des chrysalides de la *Fidonia piniaria*, près de Glogau. Ce parasite a fait périr un grand nombre de ces chrysalides. 2° L'existence sur la surface, d'un papillon (*Cerastis vaccinii*) de prolongements épineux formés par un champignon pour lequel l'auteur forme le genre *Acanthomyces*. 3° Le développement d'un champignon nouveau sur toute la surface du corps d'un sphynx (*S. pinastri*). Ce parasite singulier (*Acrophyton tuberculatum* Leb.) donnait à l'animal un aspect très-étrange. Ce sphynx ornait la collection du musée de Genève, et M. Lebert en doit la communication à M. Pictet-de la Rive. 5° Enfin, grâce à la complaisance de M. de Saussure, M. Lebert a pu étudier des champignons très-remarquables vivant sur un Polistes (*P. Americana* Fabre) des Antilles. Ces parasites, de taille fort considérable relativement à l'hyménoptère sur lequel ils vivent, ont déjà été notés à plusieurs reprises dans les annales

de la science, tellement qu'on allait dans le siècle dernier jusqu'à parler d'une *mouche zoophyte* (vegetable fly). M. Lebert forme pour ce parasite le genre *Polistophora*. Nous nous plaisons à noter ces nouvelles recherches du savant professeur de Zurich, car il n'est pas improbable qu'elles seront appelées à jouer un rôle dans la question des maladies contagieuses.

---

38. — P. BLEEKER; UEBER DAS VORKOMMEN, etc. SUR L'EXISTENCE DE POISSONS DANS DES ÉCHINODERMES ET SUR UNE NOUVELLE ESPÈCE D'OXYBELES. (*Donder's und Berlin's Archiv für die holländischen Beiträge zur Natur- und Heilkunde*, 1857, tome I, p. 265.)

M. Bleeker, qui habite Batavia, a eu récemment l'occasion d'examiner lui-même une étoile de mer (*Culcita discoïdea*) dont M. Pflaum a déjà annoncé depuis quelques années qu'elle héberge un poisson à son intérieur. M. Bleeker et M. Goldmann se sont convaincus que cette observation est exacte. Le poisson (*Oxybeles Brandesii*), qui est de petite taille, a suffisamment de place pour se mouvoir dans la cavité du corps de l'astérie. Mais comment l'Oxybeles arrive-t-il dans la cavité du corps de la Culcita. C'est là la question difficile qui ne peut être résolue que par des observateurs résidant à Banda, Wahari ou Ternate, seules localités où l'on ait trouvé jusqu'ici la Culcita.

Depuis lors, M. Bleeker a reçu de M. John Ross un poisson trouvé dans un tripang, c'est-à-dire dans une holothurie, près des îles Kokos. Ce poisson s'est de nouveau trouvé être un Oxybeles.

---

39. — Dr GRAY; ON THE DEVELOPEMENT, etc. SUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA COQUILLE ET DU TUBE DES ASPERGILLUM. (*Annals and Mag. of natural History*, juin 1858, p. 423.)

D'après M. Gray, les arrosoirs (Aspergillum) se meuvent librement dans leur jeune âge comme les autres lamellibranches, et sont munis de deux valves unies par un ligament. Bientôt l'animal s'enfonce dans le sable et commence à construire son tube, qu'il prolonge peu à peu vers le bas, tout en l'élargissant par degrés. A cette époque de sa vie, l'animal est placé librement dans son tube, comme une gastrochène dans son habitation. Pendant cette période, les valves croissent et s'élargissent dans la même proportion que le corps; leur extrémité postérieure est

tronquée de manière à laisser subsister une large ouverture pour le passage des siphons. Lorsque l'animal est près d'atteindre sa maturité, il subit des modifications remarquables. On sait qu'à cette époque de la vie les rochers, les casques et d'autres mollusques forment des processus sur le bord du manteau, processus qui exigent la formation d'épines et de varices sur le péristome de la coquille pour leur protection. Chez les Aspergillum on voit s'opérer une modification du même ordre, bien qu'assez différente : les deux valves se soudent sur leur bord de manière à ne plus former qu'un seul tout, et elles se confondent dans la substance de la base du tube en voie de formation. L'animal ne peut donc plus se mouvoir dans le tube comme une gastrochène, mais il est fixé au fond de celui-ci, et la partie postérieure de son corps formée par les deux siphons reste seule susceptible de s'allonger et de se contracter.

Le manteau, qui jusqu'alors était parfaitement simple, se munit de prolongements cylindriques (plus tard bifurqués) sur le pourtour antérieur, et ces prolongements se sécrétant une enveloppe calcaire, il en résulte la collerette du tube de l'arrosoir. Cette collerette une fois formée, toute la surface frontale du manteau se munit de prolongements analogues et forme le disque percé de petits canalicules semblables aux tubes de la collerette.

Les Clavagelles et les genres voisins se développeraient de la même manière que les Aspergillum, avec la différence que les deux valves ne se soudent point l'une à l'autre, et qu'une seule d'entre elles s'encroûte dans la substance du tube.

---

40. — Dr Gray; On the structure, etc. Sur la structure du genre Humphreya, coquille bivalve confondue jusqu'ici avec les Aspergillum. (*Annals and Mag. of nat. Hist.*, juillet 1858, p. 16.)

M. Gray propose le nom générique de *Humphreya* pour l'animal singulier décrit par M. Arthur Adams sous le nom d'*Aspergillum Strangei* et provenant de la baie de Sydney en Australie. Ce mollusque paraît en effet s'éloigner notablement des arrosoirs par son mode de développement. Tandis que chez les Aspergillum, l'animal vit libre dans son tube jusqu'au moment où il a atteint sa complète croissance, la Humphreya s'attache évidemment peu après son éclosion par sa face ventrale à quelque

corps étranger, puis elle prolonge la partie postérieure en un tube. Les deux valves se soudent et se transforment en un sac en forme de pantoufle qui est appliquée par la semelle sur le corps étranger. La partie antérieure du tube est irrégulière et munie de petits canalicules calcaires comme chez les arrosoirs. L'animal n'est donc jamais enfoncé dans le sable, mais il est appliqué contre les rochers comme une serpule ou un vermet. Il est étonnant de voir des animaux en apparence aussi semblables que les Aspergillum et les Humphreya présenter des modes de développement aussi inverses. On ne saurait trop désirer que de nouveaux observateurs viennent confirmer ce que les données de M. Gray ont encore d'un peu hypothétique.

---

41. — Prof. W. Busch; Beitrag zur Physiologie, etc. Note sur la Physiologie des organes de la digestion. (*Virchow's Archiv*, XIV, 1858, p. 140–186.)

M. Busch, grâce à sa position de directeur de l'hôpital de Bonn, s'est trouvé en mesure de faire sur une femme des observations du genre de celles que M. Beaumont fit autrefois sur son Canadien. Cette femme présentait en effet une fistule du canal intestinal placée cette fois non pas dans la région stomacale, mais dans la région duodénale. La fistule avait été le résultat d'un coup de corne donné par un taureau. Au moment où la patiente fut amenée à l'hôpital, elle était dans un état de dépérissement complet, attendu que depuis la cicatrisation de la plaie tous les aliments introduits dans la bouche sortaient par l'anus contre-nature immédiatement après leur passage par le duodénum. Il fallait donc recueillir tous ces aliments chymifiés et les injecter de nouveau dans la partie du tube intestinal située au-dessous de la fistule.

Toutefois, ce mode de nutrition étant fort difficile à réaliser, on dut bientôt recourir à un autre procédé. On injecta dans l'intestin, par la fistule, des aliments (surtout protéiques) qui n'avaient point passé par l'estomac et le duodénum, et qui, par conséquent, n'étaient mélangés ni de suc gastrique, ni de bile, ni de suc pancréatique. Contre toute attente, la malade recouvra bientôt ses forces sous l'influence d'un pareil traitement, et regagna rapidement ce qu'elle avait perdu en poids.

Cette perforation unique en son genre a permis à M. Busch de faire toute une série d'observations d'un haut intérêt sur la digestion intesti-

nale soustraite à l'influence des sucs de l'estomac et du duodénum. Nous donnons ici les résultats principaux des expériences relatées dans son mémoire.

1. Il y a dans la sensation de la faim deux choses à distinguer. D'abord un état général du système nerveux qui nous donne conscience du besoin de substance qui se fait sentir dans les tissus appauvris ; puis une affection spéciale des nerfs de l'estomac. Dans les cas de grand appauvrissement des tissus du corps, la première sensation peut subsister, même lorsque l'estomac est rempli. C'est ainsi que la patiente de M. Busch accusait une faim dévorante, alors même que son estomac était surchargé de nourriture et que les aliments chymifiés sortaient en abondance par l'anus contre-nature.

2. Le mouvement péristaltique se montre avec la même intensité dans les parties de l'intestin qui sont cachées sous la peau et dans celles qui sont exposées à l'air. Il peut vaincre la pression d'une colonne d'eau haute de deux pieds.

3. Le canal alimentaire a des périodes de repos (surtout dans la nuit, lors même que le canal intestinal est plein d'aliments et que le sujet veille) et des périodes de mouvement.

4. Le suc intestinal est sécrété en très-petite quantité et donne toujours une réaction alcaline. Il contient environ 5,47 p. °/₀ de parties solides.

5. Il transforme les aliments amylacés et protéiques.

6. Il change l'amidon en glucose.

7. Il décompose les corps protéiques en présentant des phénomènes de putréfaction.

8. Il *ne* transforme *pas* le sucre de canne en glucose.

9. Le sucre de canne absorbé tel quel ne reparaît point dans les urines.

10. La graisse, lorsqu'elle n'est émulsionnée ni par le suc pancréatique ni par la bile, n'est résorbée qu'en fort petite quantité.

11. Quinze à trente minutes après le commencement du repas, les aliments ingérés par la bouche apparaissent dans la partie supérieure du duodénum.

12. Les solutions de sucre de canne disparaissent en majeure partie dans la partie supérieure du canal intestinal. Ce qui en arrive à l'intestin grêle est déjà transformé en glucose.

13. L'albumine d'œuf de poule est déjà résorbé en partie dans l'esto-

mac et le duodénum. Le reste arrive dans l'intestin grêle sans avoir subi de modification.

14. La gomme ne se transforme point en sucre, mais arrive sans modifications dans l'intestin grêle.

15. La gélatine est dissoute et ne se coagule plus.

16. Après l'ingestion de lait dans l'estomac, on retrouve des traces de caséine dissoute dans l'intestin grêle.

17. Les graisses sont complétement émulsionnées par les liquides qui arrivent dans l'intestin grêle, lorsque ceux-ci ont une réaction alcaline, mais incomplétement lorsque la réaction est acide.

18. Le mélange de sucs divers qui se trouve dans l'intestin grêle est aussi susceptible de digérer des corps protéiques.

19. Le minimum des sucs digestifs descendant dans la partie supérieure de l'intestin grêle pendant 24 heures, s'élève à plus de $^1/_{17}$ du poids du corps.

---

42. — Dr ALLMAN ; ON THE STRUCTURE, etc. SUR LA STRUCTURE ET LES ORGANES REPRODUCTEURS DE CERTAINS POLYPES HYDROÏDES. (*Proceed. of the Royal Society of Edinburgh*, 1857-58, p. 50.)

Les parties des zoophytes hydroïdes, auxquelles incombent la fonction de perpétuer l'espèce par un procédé sexuel distinct de la simple gemmation asexuelle, se présentent, comme l'on sait, sous la forme de boutons diversement placés et conformés, boutons auxquels l'auteur propose de donner le nom de *gonophores*.

Comme partie essentielle d'un gonophore, on trouve constamment l'un ou l'autre des corps suivants : ou bien une espèce de sac fermé, dans lequel on peut toujours reconnaître les traces d'une structure médusoïde, sac que l'auteur nomme *sporosac ;* ou bien un corps qu'on ne peut distinguer en aucune façon d'une *méduse* gymnophthalme, et auquel on doit par conséquent laisser ce nom.

Soit les sporosacs, soit les méduses contiennent les produits immédiats du système reproducteur, certains individus produisant des œufs et les autres des zoospermes.

Quelquefois le gonophore ne porte qu'un seul sporosac ou qu'une seule méduse, naissant directement du coenosarque du polype. D'autres fois il en porte un grand nombre, ou s'il n'y en a qu'un seul il ne naît point directement du coenosarque du polype, mais d'un organe spécial (blasto-

style) dont nous allons parler tout à l'heure. Dans le premier cas le gonophore est dit *simple*, dans le second il est dit *composé*.

Le gonophore simple consiste essentiellement en un sac, l'ectothèque, qui n'est qu'une simple extension de l'ectoderme du zoophyte revêtu ou non par un polypier et contenant, selon les cas, ou bien un sporosac, ou bien une méduse.

Un exemple, comme celui des Laomedea, fera mieux comprendre la structure des gonophores composés. Dans ce genre les gonophores croissent près des aisselles des rameaux sous la forme de capsules revêtues d'un polypier distinct. L'axe de la capsule est traversé par un prolongement (le blastostyle) du cœnosarque de la branche, et de la surface de cet axe colomnaire naissent de nombreux sporosacs ou, dans d'autres cas, de nombreuses méduses, revêtus chacun par un développement de l'ectothèque du blastostyle. Dans certains cas, comme chez les tubulaires, ce revêtement disparaît, et l'on a un blastostyle non garni de sporosacs.

Les méduses, comme tous les gymnophthalmes sont formées par une ombrelle ou manteau contenant les canaux gastrovasculaires, et par l'appendice désigné ordinairement à tort sous le nom de pédoncule. Cet appendice est nommé plus exactement par M. Huxley *le polype*, nom que M. Allman croit devoir remplacer par celui de *manche* (manubrium).

L'auteur décrit en détail les variétés de forme des gonophores chez un grand nombres d'espèces.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER 1859.

Le 2, faible halo solaire de 8 h. 30 m. à 9 h. 15 m. du matin.
7, dans la soirée il pleuvait et neigeait alternativement, la neige n'a pas pris pied.
8, brouillard jusqu'à midi.
9, brouillard toute la journée.
10, brouillard jusqu'à 2 heures.
13, brouillard pendant la plus grande partie de la journée, couronne lunaire et halo lunaire à plusieurs reprises dans la soirée.
16, halo solaire de 1 h. 45 m. à 2 h. 45 m.
23, forte gelée blanche.
25, id.
26, id.

Température du Rhône.

1re décade,	+ 4°,67
2me »	+ 5°,09
3me »	+ 4°,99
Mois	+ 4°,90

Maximum, le 28, + 5°,7. Minimum, le 7, + 4°,5.

GENÈVE. — FÉVRIER 18[illegible]

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°. 8 h. du m.	Midi.	4 h. du soir	8 h. du soir	TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES. 8 h. m.	Midi.	4 h. d. s.	8 h. d. s.	Minim	Maxim	FRACTION DE SATURATION. 8 h. m	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	EAU dans les 24 h	VENT dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Limnimètre
	millim	millim	millim	millim.											mm			pouces
1	727,42	728,63	729,53	730,76	+ 0,7	+ 2,2	+ 2,2	+ 0,4	- 0,2	+ 3,3	0,99	0,97	0,93	1,00	»	SSO. 1	0,98	26,7
2	728,89	725,63	722,17	720,76	- 2,4	+ 2,0	+ 4,2	+ 5,0	- 5,1	+ 4,6	1,00	0,70	0,73	0,70	»	SSO. 3	0,90	25,3
3	721,87	722,60	722,99	725,26	+ 2,6	+ 3,6	+ 2,9	+ 1,1	+ 0,3	+ 5,1	0,86	0,87	0,78	0,84	5,6	S. 1	0,88	26,0
4	729,35	729,71	728,77	729,07	+ 1,2	+ 1,7	+ 1,8	- 0,5	- 2,0	+ 2,0	0,82	0,77	0,87	0,87	»	N. 3	0,26	27,2
5	726,10	724,77	722,60	721,50	- 6,2	- 1,9	- 0,1	- 2,6	- 6,8	+ 0,2	0,96	0,77	0,80	0,94	»	variab.	0,47	26,0
6	718,56	717,39	715,79	716,26	- 4,2	- 1,8	- 1,0	- 1,7	- 5,7	+ 0,5	0,96	0,85	0,84	0,89	»	SSO. 1	0,86	24,8
7	713,86	714,43	715,53	717,55	- 1,4	+ 1,3	+ 1,0	+ 0,2	- 2,7	+ 3,0	0,93	0,78	0,85	0,99	5,3	SSO. 1	1,00	24,7
8	718,61	719,20	719,47	721,08	+ 0,3	+ 2,1	+ 2,4	+ 1,4	6,0	+ 2,8	1,00	0,96	0,94	0,97	»	SSO. 1	1,00	25,0
9	724,71	723,20	725,60	725,83	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,2	- 0,7	- 1,4	+ 1,2	0,95	0,95	0,97	1,00	»	S. 1	1,00	26,0
10	726,65	726,27	725,58	726,45	- 2,0	- 0,2	+ 3,0	+ 4,9	- 2,6	+ 5,5	1,00	0,99	0,92	0,74	»	variab.	0,90	25,0
11	726,55	726,61	726,11	726,35	+ 3,3	+ 5,7	+ 5,9	+ 4,3	+ 2,4	+ 6,8	0,83	0,86	0,71	0,85	»	N. 1	0,99	26,0
12	726,71	726,31	725,82	726,56	+ 2,8	+ 5,8	+ 5,8	+ 4,6	+ 1,9	+ 7,0	0,93	0,84	0,84	0,94	0,4	variab.	1,00	25,3
13	727,61	728,18	727,52	727,83	0,0	+ 3,2	+ 3,3	+ 1,6	- 0,9	+ 4,3	1,00	1,00	0,99	1,00		variab.	1,00	25,2
14	727,73	728,31	728,08	728,68	+ 2,6	+ 4,0	+ 5,2	+ 4,0	+ 0,3	+ 5,2	1,00	1,00	0,94	0,97	4,2	variab.	0,99	25,8
15	729,47	731,51	732,16	734,01	+ 2,8	+ 5,6	+ 5,6	+ 4,1	+ 2,3	+ 6,0	0,92	0,63	0,65	0,73	2,8	N. 1	0,88	26,2
16	736,96	737,05	735,98	737,09	+ 0,3	+ 4,7	+ 5,8	+ 2,7	- 0,3	+ 6,7	0,94	0,74	0,62	0,81	»	N. 1	0,59	28,8
17	738,13	736,91	735,28	735,71	+ 1,8	+ 9,3	+ 7,3	+ 4,7	- 0,3	+10,3	0,89	0,58	0,71	0,83	»	variab.	0,50	27,0
18	734,91	733,66	732,66	733,09	+ 4,9	+ 9,0	+ 8,2	+ 6,3	+ 3,5	+11,8	0,89	0,61	0,79	0,58	»	SSO. 1	0,93	26,5
19	733,03	733,22	733,18	733,85	+ 0,6	+ 2,9	+ 3,0	+ 1,0	- 0,3	+ 5,2	0,77	0,61	0,54	0,74	»	variab.	0,89	27,0
20	732,62	732,09	731,11	731,26	+ 1,6	+ 3,2	+ 3,8	+ 1,4	0,0	+ 4,2	0,74	0,63	0,47	0,58	»	NNE. 3	0,00	27,0
21	732,25	732,57	732,50	733,64	- 0,6	+ 1,4	+ 3,6	+ 1,0	- 1,3	+ 3,6	0,93	0,75	0,46	0,83	»	NNE 2	0,21	26,2
22	735,80	735,92	734,97	735,69	- 4,3	+ 0,4	+ 2,6	- 0,9	- 5,3	+ 2,9	0,89	0,75	0,59	0,85	»	N. 1	0,01	25,9
23	736,24	735,42	734,71	735,50	- 5,8	+ 3,8	+ 7,5	+ 3,8	- 5,4	+ 7,9	0,91	0,67	0,60	0,70	»	N. 3	0,24	25,3
24	736,66	736,26	735,79	736,10	+ 0,9	+ 4,4	+ 6,4	+ 4,1	- 1,2	+ 6,6	0,78	0,74	0,46	0,62	»	N. 1	0,27	26,0
25	733,75	733,33	733,48	733,70	- 1,0	+ 5,6	+ 8,2	+ 4,0	- 3,0	+ 8,7	0,90	0,59	0,45	0,74	»	N. 1	0,07	25,0
26	732,96	731,13	728,28	728,18	- 0,9	+11,4	+15,0	+11,5	- 3,0	+15,8	0,94	0,45	0,30	0,42	»	SSO. 1	0,22	25,7
27	729,30	728,79	728,68	729,62	+ 4,6	+ 5,1	+ 5,7	+ 4,5	+ 4,0	+ 9,3	0,66	0,82	0,67	0,80	1,9	SSO. 2	0,93	25,3
28	731,70	731,72	731,49	732,27	+ 3,0	+ 5,4	+ 5,7	+ 3,8	+ 2,4	+ 6,3	0,71	0,53	0,55	0,60	»	N. 1	0,40	25,0

Moyennes du mois de Février 1859.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	723,33	723,60	723,76	723,38	722,92	722,80	723,16	723,45	723,73
2e »	730,89	731,37	731,68	731,39	730,79	730,79	731,13	731,44	731,54
3e »	733,41	733,83	733,81	733,39	732,67	732,49	732,85	733,09	733,37
Mois...	728,91	729,30	729,46	729,10	728,52	728,42	728,78	729,06	729,27

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
1re décade,	− 1°,40	− 1°,10	+ 0°,11	+ 1°,00	+ 1°,65	+ 1°,66	+ 0°,94	+ 0°,75	+ 0°,03
2e »	+ 1,77	+ 2,07	+ 3,91	+ 5,44	+ 5,67	+ 5,39	+ 4,46	+ 3,47	+ 2,74
3e »	− 0,96	− 0,26	+ 2,71	+ 4,69	+ 6,22	+ 6,84	+ 5,42	+ 3,97	+ 2,35
Mois...	− 0,14	+ 0,27	+ 2,21	+ 3,64	+ 4,39	+ 4,47	+ 3,48	+ 2,64	+ 1,66

Tension de la vapeur.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	3,86	4,04	4,14	4,28	4,15	4,48	4,36	4,31	4,34
2e »	4,65	4,77	4,91	5,02	4,75	4,91	4,85	4,74	4,76
3e »	3,61	3,76	3,92	4,16	4,18	3,74	3,90	4,13	4,09
Mois....	4,07	4,22	4,33	4,51	4,37	4,42	4,40	4,41	4,42

Fraction de saturation.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
1re décade,	0,93	0,95	0,89	0,86	0,81	0,86	0,89	0,89	0,94
2e »	0,89	0,89	0,81	0,75	0,70	0,73	0,77	0,80	0,85
3e »	0,87	0,84	0,70	0,66	0,59	0,51	0,61	0,69	0,76
Mois . .	0,89	0,90	0,81	0,77	0,71	0,71	0,77	0,81	0,86

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		mm	p
1re décade,	− 2,62	+ 2,82	0,82	10,9	25,7
2e »	+ 0,86	+ 6,75	0,78	7,4	26,5
3e »	− 1,60	+ 7,66	0,29	1,9	25,5
Mois....	− 1,09	+ 3,61	0,66	20,2	25,9

Dans ce mois, l'air a été calme 3 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 1,26 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 26°,6, O. et son intensité est égale à 20 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE FÉVRIER 1859.

Hauteur de la neige tombée pendant le mois de Février: 875mm, répartie comme suit :

le 1	80mm
le 2	90
le 3	200
le 7	120
le 8	110
le 14	80
le 15	40
le 19	40
le 27	115

Le 18, entre 6 et 7 heures du matin, l'arrivée du brouillard a fait baisser la température de 10 degrés, en quelques moments.

SAINT-BERNARD. — Février 1859.

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°.				TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES.						HYGROMÈTRE.				EAU dans les 24 h.	VENT dominant.	Clarté moy. du ciel.
	8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	Minim.	Maxim.	8h.m.	Midi.	4 h.s.	8h.s.			
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm		
1	559,64	561,00	561,49	562,43	-10,0	- 8,0	- 9,2	-10,9	-11,2	- 7,4					6,1	NE. 2	1,00
2	562,00	560,46	558,17	556,38	-12,8	- 8,2	- 7,9	- 7,4	-16,0	- 7,0					6,5	SO. 2	0,76
3	554,75	555,07	554,92	556,54	-11,7	-10,8	-13,0	-14,2	-14,3	- 9,9					16,2	NE. 3	1,00
4	559,28	560,12	560,03	560,61	-15,0	-13,5	-13,9	-15,7	-16,0	-12,8					»	NE. 2	0,41
5	558,81	558,35	557,44	556,69	-12,4	- 5,7	- 8,8	-10,7	-17,0	- 3,4					»	NE. 1	0,00
6	554,34	553,88	553,14	553,37	-10,4	- 9,8	-10,8	-12,8	-13,8	- 8,9					»	SO. 1	0,22
7	553,50	553,51	553,37	554,16	-13,0	-10,2	-10,4	-10,3	-15,0	- 7,9					8,9	SO. 2	0,83
8	554,56	554,95	555,40	556,55	- 8,8	- 3,8	- 6,3	- 7,5	-11,4	- 3,7					8,7	SO. 1	1,00
9	559,97	560,90	561,64	562,07	- 7,6	- 6,2	- 6,5	- 7,3	- 9,0	- 5,5					»	SO. 2	0,96
10	563,28	563,71	563,50	563,66	- 9,3	- 7,2	- 8,7	- 9,0	-12,0	- 6,8					»	SO. 1	0,68
11	563,61	563,37	562,96	563,26	- 5,1	- 2,5	- 6,8	- 7,9	-10,8	- 0,9					»	SO. 1	0,50
12	562,67	562,38	562,33	562,79	- 6,4	- 4.9	- 5,8	- 6,5	- 9,0	- 4,3					»	SO. 1	0,67
13	563,03	563,72	563,65	563,92	- 8,9	- 7,6	- 7,6	- 8,3	-10,3	- 6,9					»	SO. 1	0,84
14	562,78	562,23	561,81	562,01	- 7,6	- 5,1	- 6,2	- 8,2	-10,2	- 4,4					6,8	variab.	0,76
15	561,91	563,12	564,22	565,83	- 9,7	- 7,4	- 8,9	-10,3	-11,7	- 6,6					2,9	NE. 2	0,89
16	568,68	569,20	569,45	570,49	- 8,6	- 3,4	- 5,2	- 5,5	-13,5	- 2,5					»	NE. 2	0,18
17	570,50	570,71	570,23	570,32	- 3,2	- 1,9	+ 2,7	+ 1,2	- 6,4	+ 3,0					»	NE. 2	0,02
18	567,67	566,48	564,82	564,12	-10,3	- 6,0	- 6,2	- 9,0	-11,0	+ 1,2					»	NE. 3	0,72
19	562,22	561,93	561,76	562,67	-15,0	-15,3	-15,3	-15,2	-15,7	- 9,6					3,1	NE. 3	1,00
20	562,41	562,76	562,61	562,73	-15,3	-11,9	-11,8	-13,5	-18,9	-10,8					»	NE. 2	0,11
21	563,07	563,96	564,14	565,40	-10,4	- 5,8	- 6,8	- 8,0	-15,0	- 5,1					»	NE. 1	0,04
22	566,89	567,39	567,51	567.75	- 5,0	- 2,3	- 5,4	- 6,5	- 9,0	- 2,0					»	NE. 2	0,01
23	566,77	566,96	566,30	566,87	-11,0	- 8,2	- 9,6	-10,8	-11,0	- 7,6					»	NE. 2	0,30
24	567,38	568,46	568,81	569,25	- 9,7	- 4,0	- 4,3	- 5,5	-11,8	- 3,5					»	NE. 2	0,09
25	569,49	569,71	569,21	569,21	- 5,7	- 2,5	- 4,0	- 5,1	- 9,0	- 1,9					»	NE 2	0,00
26	568,64	568,03	566,92	565,83	- 2,8	+ 2,0	+ 0,9	- 2,9	- 8,3	+ 3,0					»	NE. 1	0,00
27	560,48	559,52	559,48	559,64	-10,7	-10,3	-10,8	-10,4	-11,0	- 3,2					9,9	NE. 3	1,00
28	561,75	562,27	562,87	563,69	-12,5	-10,8	-10,5	-12,8	-14,0	-10,0					»	NE. 3	0,71

Moyennes du mois de Février 1859.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
				Baromètre.					
	mm	mm	mm	mm	mm	m	mm	mm	mm
1re décade,	557,74	558,01	558,21	558,19	557,92	557 91	558,04	558,25	558,29
2e »	564,19	564,55	564,74	564,59	564,33	564,38	564,60	564,81	564,89
3e »	565,19	565,56	565,81	565,79	565,58	565,64	565,98	565,95	566,08
Mois...	562,17	562,50	562,71	562,65	562,40	562,44	562,65	562,79	562,87
				Température.					
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade,	-11,49	-11,10	- 9,30	- 8,34	- 8,93	- 9,55	-10,49	-10,58	-10,54
2e »	- 8,57	- 9,01	- 7,36	- 6,40	- 5,83	- 7,11	- 8,02	- 8,32	- 8,43
3e »	- 7,96	- 8,47	- 6,74	- 5,24	- 5,82	- 6,31	- 7,44	- 7,75	- 7,95
Mois...	- 9,44	- 9,60	- 7,88	- 6,76	- 6,93	- 7,75	- 8,73	- 8,96	- 9,04

Hygromètre.

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.
	°	°		mm
1re décade,	-13,57	- 7,33	0,69	46,4
2e »	-11,75	- 4,18	0,57	12,8
3e »	-11,12	- 3,79	0,27	9,9
Mois...	-12,22	- 5,19	0,52	69,1

Dans ce mois, l'air a été calme 1 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 2,75 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. et son intensité est égale à 81 sur 100.

NOTICE

SUR

LES DERNIÈRES RECHERCHES DE M. MÆDLER

RELATIVES

AU MOUVEMENT GÉNÉRAL DES ÉTOILES AUTOUR D'UN POINT CENTRAL,

PAR

M. le professeur GAUTIER.

Le cahier de septembre 1846 de la *Bibliothèque Universelle* de Genève renferme la traduction abrégée d'un mémoire de M. Mædler ayant pour titre le *Soleil central*, inséré dans les numéros 566 et 567 des *Astronomische Nachrichten*. Cet astronome a publié dès lors, en 1847 et 1848, à Mitau et Leipsic, en deux volumes in-folio, sous le titre de *Untersuchungen über die Fixstern Systeme*, ou de *Recherches sur les systèmes d'étoiles fixes*, un ouvrage considérable, dont la première partie est consacrée à l'étude des *systèmes partiels* d'étoiles, ou des mouvements réciproques et de la détermination des orbites des étoiles doubles et multiples. La seconde partie de cet ouvrage, qui doit nous occuper spécialement, a pour objet le *Système général des étoiles*, ou l'étude des faits tendant à prouver qu'il y a un mouvement commun des étoiles autour d'un point central. Enfin, M. Mædler, dans le 14e volume in-4o du Recueil des observations faites à l'observatoire de l'université de Dorpat, dont il est directeur depuis 1841, volume publié en 1856 dans cette dernière ville, est revenu sur le même sujet, en étendant beaucoup ses recherches et en montrant que leurs résultats confirment ses déductions précédentes. Je me propose, pour faire suite à la première notice insérée sur ce sujet dans ce recueil,

de présenter à ses lecteurs une analyse sommaire des derniers travaux de M. Mædler, travaux qui me semblent offrir en eux-mêmes un haut degré d'intérêt, auxquels le nom de leur auteur, déjà depuis longtemps fort avantageusement connu des astronomes, donne un grand poids, et qui n'ont peut-être pas, cependant, excité jusqu'à présent autant d'attention qu'ils en méritaient.

Il est naturel de présumer que les astres désignés en général sous le nom d'*étoiles fixes*, comparativement aux planètes qui circulent autour de notre Soleil, ne sont pas réellement tout à fait fixes, mais qu'ils ont aussi des mouvements assujettis à de certaines lois. On comprend seulement que, vu l'immense éloignement de ces astres, ces mouvements doivent nous paraître très-petits, et qu'ils exigent, pour être bien constatés, des observations précises faites à de longs intervalles de temps.

Il y a déjà longtemps que les astronomes, en comparant des observations des mêmes étoiles faites à des époques différentes, et en tenant compte des causes de variations apparentes déjà reconnues, telles que la précession des équinoxes, la nutation de l'axe terrestre et l'aberration due à la vitesse de la lumière, avaient trouvé encore de petites différences de position réciproque, qu'ils pouvaient attribuer à un *mouvement propre* de ces étoiles. Mais on ne peut guère remonter plus haut qu'aux observations de Bradley, faites vers 1755, pour avoir un point de départ de positions suffisamment exactes, en ce qui concerne ces mouvements propres.

Sir William Herschel, en étudiant ce sujet avec la sagacité qui le distinguait, est parvenu successivement à deux découvertes d'une très-haute importance.

La première, faite par lui vers 1783, c'est qu'en considérant ces mouvements propres dans leur ensemble, on peut se rendre raison d'une grande partie d'entre eux, en admettant que notre Soleil a lui-même un mouvement dans l'espace

céleste, suivant une certaine direction. Ce mouvement doit produire un écartement graduel apparent entre les étoiles du côté vers lequel le Soleil se dirige et un resserrement du côté opposé, par un simple effet de perspective. Il a été longtemps contesté, même par des astronomes d'un grand mérite : mais il ne peut plus l'être, maintenant que les travaux sur ce sujet d'Argelander, Lundahl, Otto Struve, Bravais, Galloway et de M. Mædler l'ont pleinement confirmé, en indiquant sa direction vers un point de la constellation d'Hercule fort voisin de celui assigné par Herschel [1].

La seconde grande découverte de cet astronome sur ce sujet, découverte qui date des premières années du siècle actuel, c'est qu'en examinant très-attentivement les positions relatives d'étoiles, qui paraissent dans le ciel assez voisines les unes des autres pour être confondues en une seule à la vue simple, et qu'on nomme, d'après cela, étoiles *doubles*, *triples* et *multiples*, on peut constater, au bout d'un certain nombre d'années, des changements évidents dans les positions relatives des étoiles composant quelques-uns de ces groupes, et en conclure que ces étoiles forment des systèmes de soleils, tournant autour de leur centre commun de gravité. On sait quelle extension ont prise dès lors les recherches des astronomes dans cette partie si intéressante de la science, où sir John Herschel, sir James South, MM. Dawes, Hind, Jacob, etc., dans l'empire britannique, MM. Struve père et fils, Savary, Encke, Bessel, Kaiser, Mædler, etc., sur le continent d'Europe,

[1] Nous éprouvons de la satisfaction à rappeler que deux de nos compatriotes, les professeurs Pierre Prevost et Frédéric Maurice, ont été entre les premiers à confirmer les résultats d'Herschel sur le mouvement propre du Soleil, dans un mémoire inséré dans le recueil de ceux de l'Académie de Berlin pour 1801. M. Arago a fait voir que l'idée de la possibilité de ce mouvement avait été déjà énoncée par Fontenelle, Bradley, Mayer et Lambert, tout en reconnaissant hautement que Herschel avait *prouvé* le premier son existence.

se sont particulièrement distingués par leurs travaux d'observation et de calcul[1].

M. Mædler, à l'aide de diverses considérations exposées dans le mémoire cité plus haut, et en comparant entre eux les mouvements propres d'une centaine d'étoiles, était déjà arrivé en 1846 à présumer fortement, qu'outre les causes de déplacements apparents des étoiles dont nous venons de parler, l'ensemble des étoiles visibles pour nous avait un mouvement réel et général de révolution autour d'un centre, situé dans le groupe des Pléiades, et correspondant à l'étoile *Alcyone*, ou η du Taureau, de 3[me] grandeur, la plus brillante des nombreuses étoiles de ce groupe.

Dans la première partie du grand ouvrage que cet astronome a publié sur le même sujet en 1847 et 1848, il a soumis à un examen détaillé toutes les observations faites par lui ou par d'autres, relatives aux étoiles doubles et aux orbites qu'elles décrivent, dans le but de rechercher s'il y avait parmi elles, ou dans les autres étoiles, un corps central qui pût, par sa masse, exercer une action attractive prépondérante sur toutes les autres étoiles, de manière à être le dominateur du système général, ou le *Soleil central* dans le sens littéral de ce mot, comme notre Soleil l'est pour le système partiel qu'il régit. Le résultat de cet examen a été tout à fait négatif et n'a été contesté par personne.

Dans la seconde partie de cet ouvrage, l'auteur a fait voir d'abord, qu'on ne pouvait admettre l'idée d'une distribution des étoiles en systèmes purement partiels et sans aucune liaison générale entre eux, parce qu'elle ne rendait pas suffisamment compte des mouvements propres reconnus. Une fois cette idée écartée, il ne restait à M. Mædler, en continuant à admettre la loi de la gravitation universelle, qu'à adopter l'exis-

[1] On trouvera, entre autres, dans une Notice publiée dans le cahier d'avril 1851 de la *Bibl. Univ.*, quelques détails sur les travaux relatifs aux étoiles doubles, et sur ceux de M. Mædler en particulier.

tence d'un système général sans corps central prédominant, ou d'un système globulaire, dans lequel les étoiles circulent toutes autour de leur centre commun de gravité, suivant une force attractive directement proportionnelle à leur distance de ce point central ; et cette base étant admise, il s'agissait de vérifier si les mouvements propres observés satisfont aux conditions qui en résultent.

Les principales conditions auxquelles doivent satisfaire le point central et les régions du ciel avoisinantes, sont les suivantes :

1° Il ne doit y avoir au point central aucun mouvement propre *réel*, et son mouvement apparent, pris en sens contraire de sa direction, doit représenter celui du Soleil.

2° S'il y a autour du point central un groupe d'étoiles qui lui soit physiquement lié, les mouvements propres réels des étoiles de ce groupe doivent être très-petits et égaux entre eux.

3° Si l'on décrit autour du point central C une sphère concentrique dont le rayon CS soit égal à la distance de notre Soleil à ce point, toutes les étoiles situées dans l'intérieur de cette sphère devront avoir un mouvement propre réel plus petit que celui du Soleil, et d'autant plus petit qu'elles sont plus près de C ; les mouvements propres réels doivent augmenter à partir de C jusqu'à un grand cercle décrit de C comme pôle.

4° Le point du ciel vers lequel se dirige le Soleil doit être à près de 90° du centre C.

5° En désignant par φ l'angle de direction du mouvement propre d'une étoile observé, et par ψ l'angle de direction du mouvement propre du Soleil, la différence $\varphi - \psi$ de ces deux angles doit être nulle au centre C, et doit croître dans toutes les directions à partir de ce point, sans pouvoir dépasser 90° dans la zone intérieure.

6° La région du ciel où se trouve le point central doit être la seule pour laquelle l'ensemble des conditions précédentes soit rempli.

M. Mædler rapporte ensuite en détail, dans de longs tableaux, les positions et les mouvements propres, calculés pour l'époque de 1840, de 261 étoiles principales, observées par Bradley, subdivisées en diverses sections, suivant leurs distances au point central ou à l'étoile Alcyone[1]. Le tableau suivant en présente le résumé :

Situation des étoiles.	Nombre des étoiles.		Mouvements propres annuels moyens, exprimés en fractions de seconde de degré.	Valeurs moyennes de l'angle $\varphi - \psi$ en degrés.
Point central...........	Alcyone.		0",0673	1°,6
Pléiades...............	11	étoiles	0,0699	13,3
Zone de 1° à 5° de distance d'Alcyone.....	12	»	0,0702	29,9
Zone de 5° à 10°.......	31	»	0,0699	36,1
Zone de 10 à 20°.......	101	»	0,0890	44,3
Zone de 20 à 30°.......	159	»	0,1067	48,6
Zone de 30 à 40°.......	224	»	0,1096	46,1
....	...		......	....
Zone de 82°,5 à 97°,5...	302	»	0,1183	65,2

Ces valeurs satisfont, en général, comme on le voit, aux principales conditions énoncées plus haut : mais comme l'auteur a dès lors beaucoup étendu le champ de ses recherches, nous passerons immédiatement à l'exposition de ses derniers travaux et de leurs résultats, en ce qui concerne leur but principal.

M. Mædler a consacré la plus grande partie du 14me volume des observations de Dorpat à un nouveau catalogue de 3222 étoiles, de 1re à 7e grandeur, observées par Bradley, dont les positions en ascension droite et en déclinaison sont

[1] M. Mædler a fait usage, entre autres, dans ses calculs de positions d'étoiles, des déterminations d'ascensions droites résultant des observations faites à Genève sous la direction de M. le professeur Plantamour, et il estime qu'elles sont tout à fait comparables pour la précision à celles obtenues dans les principaux observatoires d'Europe. (Voyez *Untersuchungen*, etc., tome II, p. 33.)

calculées par lui pour le commencement de 1850, tant d'après les anciennes que d'après les nouvelles observations. Ces valeurs sont accompagnées de la précession et du mouvement propre séculaire de chaque étoile, ce dernier exprimé, soit en ascension droite et en déclinaison, soit en coordonnées polaires. Ce catalogue est subdivisé en quatre sections, rangées chacune dans l'ordre des ascensions droites. La première se compose des étoiles situées au sud de l'équateur jusqu'à 30° de déclinaison australe, la seconde de celles au nord de l'équateur jusqu'à 30° de déclinaison boréale, la 3e des étoiles situées entre 30 et 60° de déclinaison boréale, et la 4e de celles comprises entre le pôle nord et la déclinaison boréale de 60°. L'auteur a calculé aussi, d'après les observations de Lacaille et de Johnson, les mouvements propres de 97 étoiles de 1re à 4e grandeur, dont la déclinaison australe est de plus de 30°.

L'ensemble des calculs de M. Mædler donne pour

80	étoiles	de 1re et 2e	grandeurs,	un mouvement	propre séculaire moyen de	25",09
200	»	3me	grandeur	»	»	17,10
348	»	4me	»	»	»	14,18
690	»	5me	»	»	»	11,09
994	»	6me	»	»	»	9,05
921	»	7me	»	»	»	8,65

Quoique, d'après ce tableau, les étoiles les plus brillantes soient, en moyenne, celles qui ont les plus grands mouvements propres, l'auteur, en comparant les plus forts de ces mouvements dans chaque ordre de grandeur ou d'éclat apparent, et en adoptant l'opinion que les étoiles à mouvement propre considérable doivent être, en général, plus voisines du Soleil que les autres, en conclut qu'entre les étoiles les plus rapprochées de nous, celles du plus faible éclat paraissent, absolument parlant, plus nombreuses que celles qui sont plus brillantes. En effet, si α du Centaure, Arcturus, Procyon et Sirius ont respectivement des mouvements propres annuels de 3",67 ; 2",26 ; 1",33 et 1",25 : en revanche Rigel (la 4me étoile

dans l'ordre d'éclat d'après sir John Herschel), α du Cygne et β de Persée ont des mouvements propres presque nuls ; tandis que μ de Cassiopée, la 40me de l'Eridan, la 61me du Cygne et les deux étoiles dites d'Argelander, qui sont de 5me à 7me grandeur seulement, ont des mouvements propres annuels de quatre à sept secondes. On doit remarquer aussi que la valeur moyenne des mouvements propres annuels de 52 étoiles de 2de grandeur observées par Bradley, telle qu'elle est rapportée par M. Mædler à la page 192 du 2d volume de ses *Recherches*, n'est que de 0″,138 : tandis que celles de 150 étoiles de 3me grandeur est de 0″,173. Ainsi, contrairement aux idées adoptées par M. W. Struve dans ses *Etudes stellaires*, le degré d'éclat paraît à M. Mædler être souvent un mauvais indicateur du rapport des distances des étoiles.

Nous avons déjà vu qu'en admettant que toutes les étoiles se meuvent autour d'un centre commun, sans masse prépondérante et suivant la loi de l'attraction newtonienne, les vitesses seront à peu près proportionnelles aux distances à ce centre ; plus la distribution des masses sera uniforme, moins la forme des orbites décrites s'éloignera du cercle. Depuis le point central *C* qui est en repos, les mouvements propres des étoiles voisines comme de celles qui sont éloignées doivent être égaux : mais depuis un autre point *S*, situé à une certaine distance de *C*, les étoiles les plus voisines de *S* paraîtront se mouvoir plus vite. M. Mædler est disposé à admettre que notre Soleil est situé à environ la moitié de l'intervalle entre le point central et les limites extérieures de l'espace que comprennent les étoiles dont il s'est occupé ; mais ces étoiles ne forment pas la millième partie de l'ensemble des étoiles fixes visibles, sans même y comprendre la Voie lactée.

L'auteur commence ses nouvelles recherches par la détermination du mouvement du Soleil et de sa direction. Pour cet effet, il subdivise les étoiles dont il a déterminé les mouvements propres en trois classes, savoir :

1° Celles au nombre de 227, dont le mouvement propre séculaire est le plus grand et s'élève en moyenne à 55″,4;

2° Les étoiles, au nombre de 663, pour lesquelles cette moyenne est de 15″,25;

3° Celles, au nombre de 1273, où le mouvement séculaire moyen n'est que de 7″,79.

Il a laissé de côté, pour cette recherche, comme pour celle des angles de direction φ-ψ, les étoiles dont le mouvement propre est au-dessous de 4″ par siècle, à cause de la grande incertitude qui en résulte sur leur direction.

M. Mædler fait usage des formules données par Argelander, dans son mémoire sur le mouvement propre de notre système solaire, en y appliquant la méthode des moindres carrés et des approximations successives. Il parvient finalement aux valeurs suivantes pour l'ascension droite A et la déclinaison boréale *D* du point du ciel *Q* vers lequel se dirigeait le Soleil en 1800 :

Par la 1re classe	d'étoiles :	A=262° 8′,8;	D=39°25′,2
par la 2me	»	A=261.14,4;	D=37.53,6
par la 3me	»	A=261.32,2;	D=42.21,9

Ces résultats ne diffèrent, comme on le voit, pas beaucoup entre eux, ni avec les précédents obtenus par d'autres astronomes.

Quant au mouvement général des étoiles, l'auteur présente d'abord de nouveaux tableaux détaillés des mouvements propres des groupes des Pléiades et des Hyades, dont il ne fait entrer que les valeurs moyennes dans ses calculs ultérieurs, en excluant de celle relative aux Hyades les deux étoiles Aldébaran et σ' du Taureau, dont les mouvements n'ont pas de rapport avec ceux des autres étoiles de ce groupe.

Il obtient ainsi respectivement pour le mouvement propre séculaire et l'angle φ-ψ d'Alcyone . . . . 4″,7; + 2°,8
de la moyenne de 15 étoiles des Pléiades 5,82; + 8,7
de la moyenne de 27 étoiles des Hyades 11,26; —60,65

Il subdivise ensuite le ciel, autour d'Alcyone comme pôle, au moyen de cercles concentriques décrits de 10 en 10 degrés, en dix-huit zones ou régions, jusqu'au pôle diamétralement opposé ; nous allons rapporter, dans le tableau suivant, les valeurs moyennes des mouvements propres séculaires observés et de leur direction, résultant de ses calculs, pour les étoiles comprises dans chacune de ces régions. Le nombre des étoiles dont il a fait usage, indiqué dans ce tableau, se rapporte seulement aux mouvements propres, ces nombres étant plus petits pour les angles φ-ψ, vu la limite de 4″ indiquée plus haut :

Numéro de chaque région.	Nombre des étoiles.	Mouvements propres séculaires moyens.	Angles φ-ψ moyens.
1	45	7″,71	39°,98
2	100	8,20	46,43
3	189	9,78	55,45
4	264	9,79	56,86
5	269	10,41	61,72
6	275	11,97	62,59
7	273	10,03	61,19
8	246	10,95	67,95
9	277	10,89	62,75
10	218	9,71	68,80
11	221	9,56	58,01
12	163	11,71	67,97
13	163	12,51	63,26
14	123	12,07	61,90
15	92	10,01	58,92
16	87	13,33	61,21
17	58	9,16	54,41
18	44	7,30	47,27

On voit par ce tableau que, pour les six premières régions, les mouvements propres et les angles de direction vont régulièrement en croissant. Il n'y a, dans la première, qu'un seul cas, sur 32, où φ-ψ surpasse 90°, tandis qu'il y en a 55 sur 186, dans la sixième, comprise entre 50 et 60° de distance à Alcyone. Les douze régions suivantes, qui sont moins com-

plus et de plus en plus éloignées du point central, ne présentent pas la même progression régulière, et il y a même un décroissement de valeur des deux éléments dans les dernières, situées vers le point diamétralement opposé au point central.

M. Mædler convient que ses dernières recherches n'ont pas confirmé l'opinion énoncée dans les premières, que les mouvements propres devaient augmenter graduellement jusqu'à une distance du point central de 90°, et peut-être même un peu au delà. Mais il observe : 1° que quant aux zones australes, il est impossible de rien conclure encore de positif, tant qu'on n'a pas dans ces régions un plus grand nombre de mouvements propres exactement déterminés; 2° que quant aux régions n°s 10 à 12, elles sont situées dans le voisinage du point *Q*, vers lequel se dirige le soleil, ce qui doit diminuer le mouvement propre apparent d'une partie des étoiles qu'elles comprennent; que, de plus, le nombre des étoiles observées par Bradley, et même par les astronomes modernes, est plus petit dans ces régions, assez distantes de l'écliptique, qu'il ne l'est près des Pléiades. L'auteur remarque qu'en liant par paires les régions n°s 7 à 12, on y trouve encore un accroissement graduel dans les mouvements propres moyens. Quant aux dernières régions, si le décroissement des éléments dont nous nous occupons s'y confirmait, cela pourrait tenir, selon M. Mædler, à ce que toutes les étoiles n'auraient pas leur mouvement dans la même direction que notre soleil, et qu'elles auraient, comme les comètes, leur mouvement tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. Il regarde le premier cas comme plus probable, mais il croit, cependant, que la conformité de mouvements n'est pas aussi grande pour les étoiles qu'elle l'est pour les planètes de notre système solaire.

D'après les dernières recherches de cet astronome, le point central *C* et celui vers lequel se dirige le soleil *Q* sont distants dans le ciel d'un arc de 111°30′,7; et le mouvement propre d'Alcyone, pris en sens inverse, conduit à un point situé au

sud de Q de 2°,6. D'après les calculs précédents, ces nombres étaient respectivement de 113°36^m et de 1^h,5. Si la position de Q est bien déterminée, il se pourrait que l'orbite décrite par notre Soleil ne fût pas un cercle, mais une ellipse, dont l'excentricité serait analogue à celle de la planète Polymnie.

Les idées émises par M. Mædler lors de ses premières recherches ayant rencontré divers contradicteurs, il a dû chercher dans les dernières à répondre à ceux dont les arguments méritaient une attention sérieuse.

Sir John Herschel, dans ses *Outlines of astronomy*, a objecté au point central adopté par notre auteur, que sa position était invraisemblable, parce que le groupe des Pléiades ne se projette pas sur la Voie lactée. Voici ce que M. Mædler répond à cette objection. Il est évident que le point qui est le centre de gravité commun de la Voie lactée et de tout l'amas d'étoiles qui l'environne doit se trouver sur le plan central de l'anneau constituant cette bande céleste, et se projeter sur ce plan depuis un point quelconque situé dans ledit plan. Mais, pour que notre soleil fut dans ce plan, il faudrait que le milieu de la bande correspondît à un grand cercle de la sphère céleste. Or, les belles cartes publiées par sir John Herschel lui-même montrent que tel n'est pas le cas en réalité. La Voie lactée n'est pas à la même distance des deux pôles de l'équateur, et elle ne coupe en deux parties égales ni ce cercle, ni l'écliptique. D'après les recherches de G. Fuss, le petit cercle auquel la Voie lactée correspond le mieux est distant de 3° 1/2 du grand cercle auquel il est parallèle. Il suit de là qu'un point intérieur, situé dans le plan de l'anneau sans être dans l'anneau lui-même, ne peut, depuis le Soleil ou la Terre, se projeter sur la Voie lactée, et doit s'en éloigner d'un angle égal à celui qu'une ligne droite menée du Soleil au point central fait avec le plan de l'anneau lactaire. M. Argelander ayant précédemment, à l'occasion de son travail sur le mouvement propre du Soleil, émis l'opinion que le point central du mou-

vement des étoiles, était peut-être dans la constellation de Persée. M. Mædler avait, dans son premier mémoire, objecté à cette idée la situation de cette constellation sur la Voie lactée. M. Argelander ne paraît pas avoir dès lors poursuivi ses recherches sur ce sujet ; et personne, à ma connaissance du moins, n'a indiqué récemment un autre point du ciel à adopter, comme point central, de préférence à celui situé dans les Pléiades.

M. le professeur C.-A.-F. Peters, directeur de l'observatoire d'Altona et rédacteur actuel des *Astronomische Nachrichten*, avait aussi, lors de la publication des premières recherches de M. Mædler, élevé quelques objections sur leurs résultats. Ce dernier y a répondu (pages 254 à 257 du 14me volume des *Observations de Dorpat*) ; il paraîtrait que cette réponse, ainsi que les nouveaux développements que notre auteur a donnés à ses recherches, ont amené M. Peters à admettre la validité des conclusions qui en sont déduites : car le second cahier, encore inédit, de la nouvelle publication de M. Peters, *Zeitschrift für populäre Mittheilungen*, destinée à faire suite aux *Annuaires* publiés par Schumacher de 1836 à 1844, doit contenir un article de M. Mædler sur le *Soleil central*.

Après avoir rapidement exposé les résultats obtenus par M. Mædler sur l'objet principal de ses travaux, je dois maintenant passer en revue certaines conséquences qu'il a déduites de ses recherches à la fin de ses *Untersuchungen*. Je dois faire remarquer, toutefois, qu'il ne les présente que comme de premiers aperçus, encore très-incertains, qui ne fournissent tout au plus que des approximations fort grossières des valeurs des éléments qui s'y rapportent.

Le moyen mouvement propre d'Alcyone devant correspondre, d'après ce qui précède, au mouvement angulaire du Soleil pris en sens contraire, si l'on adopte d'abord, d'après

les premières recherches de l'auteur, 0",0673 comme la valeur annuelle de ce mouvement, cette quantité étant la 19,256,000^{me} partie du cercle, il en résulterait que la révolution totale du Soleil et de toutes les étoiles fixes autour du point central s'accomplirait en 19 millions d'années environ. D'après la dernière valeur 0",047 de ce mouvement propre annuel, cette durée de révolution serait encore plus longue, savoir d'environ 27 $^1/_2$ millions d'années, pour celles des étoiles qui ne sont ni dans le voisinage du corps central, ni aux extrêmes limites extérieures des anneaux de la Voie lactée. Il est évident, au reste, que le chiffre du mouvement propre du point central est encore assez incertain, et l'on peut remarquer dans le tableau des mouvements propres de chacune des Pléiades, rapporté par M. Mædler (p. 259 du 14me volume des *Observations de Dorpat*), 4 étoiles de ce groupe dont le mouvement propre séculaire est plus petit de quelques dixièmes de seconde que celui d'Alcyone. Le plus petit, qui est de 3",9 seulement, correspondrait à l'étoile désignée par la lettre *l*; mais cette étoile n'est que de 6me grandeur, et son angle de direction φ-ψ est de 39°, en sorte qu'on ne peut nullement penser à la regarder comme étoile centrale.

L'auteur admet que les systèmes subordonnés doivent avoir de plus courtes révolutions. Il montre que la non-existence d'aucune étoile ayant une parallaxe annuelle de plusieurs secondes de degré prouve que notre Soleil n'a point d'autre étoile qui lui soit associée, et n'appartient à aucun système partiel multiple. Il a conclu de ses recherches sur les étoiles doubles qu'il ne doit presque point y avoir de système de ce genre où le compagnon soit distant de l'astre principal de plus de six minutes de degré. Le cas d'un nombre considérable d'étoiles rapprochées les unes des autres, est le seul où il y ait alors vraisemblance d'un système physique partiel. Ainsi, pour le plus grand nombre des étoiles, il n'existe qu'un lien général; et à l'exception de perturbations comparativement très-petites,

provenant de certains rapprochements de ces astres entre eux ; ils n'exercent aucune action particulière les uns sur les autres ou sur les systèmes de planètes.

Nous avons déjà vu que M. Mædler n'est pas disposé à admettre, en général, que les distances des étoiles sont inversément proportionnelles à leur éclat ; et il croit que la diversité de leur lumière doit souvent tenir, soit à une différence réelle dans leurs diamètres, soit à celle qui peut exister dans leur intensité lumineuse spécifique. Il cite, comme exemple frappant en ce genre, les deux étoiles de la constellation du Cygne α et la 61[me]; la première a une parallaxe et un mouvement propre presque nuls, tandis que les valeurs de ces éléments sont respectivement de 0″,348 et de 5″,22 pour la seconde. Il en conclut qu'il faut que celle-ci soit au moins 30 fois plus près de nous que celle-là, et que son éclat absolu soit 20000 fois plus petit.

C'est à l'examen attentif des mouvements propres, combinés avec les parallaxes directement obtenues, qu'on doit s'attacher, selon notre auteur, pour la détermination des distances et des relations physiques spéciales qui existent entre les systèmes d'étoiles. Pour arriver à un essai de déterminations absolues par cette voie, il compare entre eux les mouvements propres et les parallaxes, pour les étoiles, au nombre de 7, où ce dernier élément est approximativement connu, d'après les recherches de Bessel, de Maclear et de Peters. Voici le tableau de ces valeurs respectives :

	Mouvement propre ε.	Parallaxe annuelle π.
α du Centaure	3″,674	0″,912
61[me] du Cygne..........	5,221	0,348
α de la Lyre..........	0,349	0,103
1830[me] du catalogue de Groombridge	7,020	0,226
Polaire........................	0,038	0,067
ι de la Grande Ourse	0,535	0,133
Arcturus......................	2,258	0,127

A l'exception de la Polaire, pour laquelle la petitesse des deux éléments rend leurs valeurs assez incertaines, on voit que le premier surpasse de beaucoup le second en grandeur, et leur rapport moyen est celui de 10 à 1. Maclear croit la parallaxe de Sirius au-dessous d'un quart de seconde, tandis que son mouvement propre est d'une seconde et un quart.

M. Mædler, après avoir cherché à déterminer de nouveau, avec tout le soin possible, la valeur précise du mouvement propre annuel de la 61ᵉ du Cygne, la trouve de 4″,282. Or, celle du système des Pléiades étant en moyenne de 0″,0582 est, par conséquent, 73 fois plus petite. On peut donc admettre que, dans le triangle rectiligne *PSC* qui joint les Pléiades, le Soleil et la 61ᵉ du Cygne, le côté *SC* est de beaucoup le plus petit. L'angle au soleil S étant de 83°,4 l'angle en *C* doit être voisin de 90°, sans pouvoir dépasser 96°. L'auteur admet donc, comme étant très-approchée, l'égalité des côtés *PS* et *PC*, et, par conséquent, celle des mouvements propres réels du Soleil et de la 61ᵉ du Cygne. Ainsi, le mouvement propre annuel de notre Soleil doit être vu, à très-peu de chose près, sous un angle de 4″,282 depuis un point de l'espace céleste où le rayon de l'orbite terrestre paraît sous un angle parallactique de 0″,3483 ; d'où il suit que le mouvement propre du Soleil correspond à peu près à 12,295 rayons de l'orbite terrestre.

Ce résultat est beaucoup plus grand que celui de 1,623 obtenu par M. W. Struve à la fin de ses *Etudes stellaires*, et dont M. Mædler conteste les fondements. Il observe, toutefois, que les recherches récentes de MM. Johnson et Otto Struve sur la parallaxe de la 61ᵉ du Cygne élevant sa valeur à environ une demi-seconde, si on admet ce dernier résultat, cela réduit le mouvement propre annuel du Soleil à environ 8 $\frac{1}{2}$ rayons de l'orbite terrestre, ou à 276 millions de lieues de 25 au degré ; et il remarque que cette vitesse est à peu près celle de la planète Mercure dans l'orbite qu'elle décrit autour du Soleil.

Reprenons pour le moment, avec M. Mædler, la valeur du mouvement annuel du Soleil de 12,295 obtenue plus haut; ce mouvement, tel qu'il serait vu des Pléiades, a pour expression, d'après le bas de la page 315 : $12,295 \times \sin 111°,5$; ce qui le réduit à 11,44.

On a alors, pour la parallaxe π du groupe des Pléiades, d'après le bas de la page 313 :

$$\pi = \frac{0'',0582}{11,44} = 0'',00509.$$

La distance au Soleil correspondant à cette parallaxe est d'environ 40 $\frac{1}{2}$ millions de fois le rayon de l'orbite terrestre, et la lumière met environ 640 ans à parcourir cette distance. Ces deux derniers nombres seraient encore plus grands en prenant les valeurs relatives à Alcyone.

L'auteur fait voir qu'on peut déduire aussi du mouvement propre de notre Soleil et de sa distance au point central, à l'aide de la troisième loi de Kepler, le rapport de la masse attractive totale de la sphère qui se meut autour d'Alcyone comme centre, à la masse de notre Soleil. D'après les chiffres précédents, cette masse totale serait d'environ cent onze millions de fois celle du Soleil.

M. Mædler estime que notre système solaire est situé, comparativement parlant, dans une région du ciel très-pauvre en étoiles, mais que les régions d'abondance stellaire moyenne sont de beaucoup plus pauvres en masse que l'espace occupé par notre monde planétaire. Dans ce dernier système, la masse centrale exerce sur ses corps subordonnés, qui sont en nombre limité, une force si considérable, que les perturbations y ont, le plus souvent, peu d'importance. Dans le système stellaire général, un résultat analogue est obtenu d'une autre manière, savoir par le nombre immense des membres de ce système, sans qu'il y ait besoin pour cela d'aucune masse centrale prépondérante.

Les régions du ciel voisines du groupe des Pléiades, au

nord et au sud, sont, comparativement parlant, très-dépourvues d'étoiles, particulièrement de β de Persée à λ du Taureau... Plus loin, de tous côtés, mais surtout vers l'est, il y a de nouveau une grande abondance. Au delà, à l'ouest, il y a bientôt déficit, le long de la zone qui traverse les Poissons et Pégase : tandis que plus à l'est se présente d'abord le groupe remarquable des Hyades, puis au delà une grande diminution d'étoiles. On peut observer dans d'autres régions du ciel, que les plus riches en étoiles n'ont pas la forme de groupes arrondis, mais plutôt celle de zones alongées, presque parallèles à la Voie lactée, et qu'entre celles-ci il s'en trouve d'autres dépourvues d'étoiles. Le ciel austral présente cet aspect d'une manière plus frappante encore que le boréal. La Voie lactée est elle-même composée de plusieurs anneaux concentriques, situés derrière les uns des autres, formant des zones circulaires riches en étoiles, comprises entre d'autres qui le sont moins.

Au centre de ce grand système existe un riche groupe, formant par son ensemble une masse considérable et bien limitée, dont le diamètre, à peu près égal à la distance où est notre Soleil de la 61[e] du Cygne, est d'environ 600000 rayons de l'orbite terrestre. Nous avons déjà dit que la zone où se trouve, maintenant, notre Soleil est pauvre en étoiles ; et c'est à cette situation qu'on peut surtout attribuer le fait que les distances moyennes des étoiles correspondent si peu pour nous à leur grandeur apparente. Il se pourrait aussi que ce que nous appelons richesse d'étoiles tînt à une plus grande faculté lumineuse, croissant ou décroissant par zones alternatives.

Les étoiles doubles et les groupes plus considérables d'étoiles se trouvent dans les régions pauvres en étoiles aussi bien que dans celles qui sont riches. Ainsi, les deux étoiles reconnues comme les plus voisines de nous sont doubles, et situées dans la même zone que le Soleil, qui est placé non loin du milieu de l'intervalle compris entre elles.

Cette constitution par zones alternatives n'est pas, comme

le remarque M. Mædler, si différente de celle de notre système planétaire qu'elle le paraît au premier coup d'œil ; car il y a d'abord autour du Soleil un espace vide de 0,38 du rayon de l'orbite terrestre ; vient ensuite une zone occupée par quatre planètes fort denses et de moyenne grosseur, à laquelle succède celle des planétoïdes très-faibles en masse, puis celle des plus grosses planètes, munies de nombreux satellites.

L'étendue des anneaux de la Voie lactée peut être déterminée jusqu'à un certain point. En effet, la plus courte distance d'Alcyone au milieu de cette bande est de 21°, et l'écartement moyen de la Voie lactée d'un grand cercle est, ainsi que nous l'avons dit plus haut, de 3° $\frac{1}{2}$. Si l'on fait passer des droites par le Soleil *S*, le groupe des Pléiades *P*, et les points *M* et *M'*, le plus voisin et le plus distant de la Voie lactée, on aura deux triangles *MPS* et *M'PS*, ayant en commun le côté *PS*, supposé connu par ce qui précède. M. Mædler en déduit les valeurs suivantes :

Le demi-diamètre de la Voie lactée correspond à une distance que la lumière mettrait 3648 ans à parcourir. La distance du Soleil au point le plus voisin de cette bande serait parcourue par la lumière en 3166 ans, et sa distance au point le plus éloigné en 4140 ans.

Mais comme la bande est double, et que, pour les points dont il est ici question, les deux bandes se confondent, par un effet de perspective, l'anneau intérieur doit être un peu moins distant et l'anneau extérieur doit l'être, au contraire, notablement plus. On avait déjà supposé que les régions les plus éloignées de la Voie lactée devaient correspondre à une distance que la lumière mettrait près de 4000 ans à franchir.

Il résulte de là, que l'orbite décrite par notre Soleil dans l'espace est à peu près à celle de la circonférence de la Voie lactée dans le rapport de l'orbite de Jupiter à celle de Neptune ; et en poursuivant l'analogie, on remarquera que la partie des étoiles comparativement la plus petite est à l'intérieur et la plus grande

à l'extérieur. Quand les étoiles qui entourent les Pléiades jusqu'à une distance de 25 à 30 degrés, celles situées au point du ciel diamétralement opposé, et celles de la zone du grand cercle dont ces deux points sont les pôles auront été complétement observées (ainsi que cela commence à s'exécuter à Dorpat pour une partie d'entre elles), on pourra peu à peu jeter un regard plus profond dans l'organisme de notre système stellaire.

« Je regarde, ajoute M. Mædler en terminant son grand ouvrage, l'assemblage complet des étoiles qui se meuvent autour du groupe des Pléiades, leur centre commun de gravité, comme formant une sorte d'*île* dans l'univers; et j'admets qu'il y a, dans le voisinage et en dehors de ce système stellaire, d'autres îles analogues, dont les nébuleuses nous présentent divers exemples. On ne peut décider, maintenant, si quelques-unes d'entre elles sont en relation de voisinage et en liaison avec la nôtre; mais il serait possible qu'il existât entre elles et notre Voie lactée un lien général, tenant à ce que cette dernière serait d'un ordre plus élevé. Du reste, il ne me paraît point vraisemblable que la configuration particulière de notre île dans l'univers soit un modèle pour les autres: parce que, d'un côté, cette conformité s'accorderait peu avec la variété qui prévaut dans les systèmes subordonnés, et que de l'autre, la forme très-diverse sous laquelle les nébuleuses se présentent à nous ne pourrait guère s'expliquer par des différences purement optiques. Toujours est-il, que certaines de ces îles ont un aspect très-comparable à celui de la nôtre; telle est, en particulier, la belle nébuleuse annulaire de la Lyre, dont l'intérieur n'est pas, d'après de nouvelles explorations, tout à fait vide et obscur, et dont l'ensemble représente assez bien notre système stellaire, tel qu'il serait vu à la distance des nébuleuses.

« Il est permis d'appeler infinie, relativement parlant, l'étendue d'espace et de temps à laquelle nous ont conduit les con-

sidérations précédentes, et le nombre des corps de l'univers est incommensurable pour nous. Lorsque, depuis notre demeure terrestre, nous cherchons à pénétrer de plus en plus dans l'espace, toute échelle de mesure, quelque colossale qu'elle nous paraisse d'abord, s'anéantit, pour ainsi dire, devant l'immensité des cieux. Ce n'est pas tant l'infinité des nombres qui rend ce grand organisme si digne d'admiration, car elle manifeste notre propre petitesse encore plus que la grandeur de l'univers; mais c'est la multitude inépuisable des formes et des figures, qui fait ressortir à nos yeux de la manière la plus frappante la puissance et la sagesse infinies du Créateur. La nature ne travaille pas d'après des modèles; elle sait allier avec la plus stricte subordination à une loi générale unique, la plus vivante liberté d'action et la plus riche variété de développements. Ainsi, l'esprit méditatif peut s'enfoncer dans cet infini, sans avoir à craindre d'y perdre jamais le fil conducteur. Chaque nouveau membre, chacun des degrés successifs de l'univers n'est pas une répétition sur une plus grande échelle de ce qui était déjà connu; mais il nous présente des formations qui, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur, étendent au delà de toute prévision nos conceptions précédentes.

« Les plus grands explorateurs des cieux dans les deux siècles passés s'attachaient fermement à l'idée que notre système planétaire était en petit un modèle du système ou des systèmes d'étoiles fixes; ils ont cherché un soleil unique, qui fut à l'univers ce que notre soleil est aux planètes, et ne l'ayant point trouvé, ils étaient tentés d'abandonner l'idée d'une organisation générale des étoiles, et de ne plus reconnaître que des systèmes partiels.

« Si, tout en laissant intactes la validité et la généralité de l'existence de la grande loi de Newton de la gravitation universelle, j'ai réussi à prouver que l'organisme de notre système stellaire a une existence propre, toute différente de celle des

systèmes qui lui sont subordonnés, et à déterminer le point central le plus probable de ce grand tout : mon but sera atteint, et la principale tâche que je me suis proposé de remplir pendant ma vie sera accomplie. »

Nous ne pouvons terminer cette notice sans rendre un juste hommage à la persévérance que M. Mædler a mise dans ses recherches, et aux progrès considérables qu'aura faits, dans tous les cas, grâce à ses travaux, la détermination du mouvement propre des étoiles. Il y a déjà longtemps que les philosophes et les savants s'étaient occupés de la constitution de l'univers; la première partie de l'intéressant mémoire publié en français, en 1847, par le célèbre astronome W. Struve, directeur du grand observatoire russe de Poulkova, sous le titre d'*Etudes d'astronomie stellaire*, renferme entre autres un exposé sommaire fort curieux des idées ingénieuses, et en partie conformes à la vérité, qui avaient été successivement émises sur ce sujet par Kepler, Huygens, Wright, Kant, Lambert, Mitchell et sir W. Herschel. Mais, jusqu'à ce dernier, ces idées étaient le plus souvent plutôt spéculatives, que fondées sur des investigations et des observations positives. C'est donc Herschel qui a ouvert la route la plus directe et la plus sûre, sous ce rapport, avec l'aide de ses grands télescopes; et M. Mædler est, sans contredit, un des astronomes qui l'a suivie avec le plus d'ardeur et de succès, en profitant des travaux de ses devanciers, et surtout des déterminations précises récemment obtenues des positions d'étoiles.

Il reste, sans doute, encore bien des points incertains dans les résultats obtenus par ce dernier, et le temps seul peut confirmer d'une manière définitive la solution qu'il a donnée de ce problème important. Mais, comme l'auteur ne s'est appuyé, en général, que sur des observations aussi exactes et nombreuses qu'il a pu en trouver, en les exposant dans tous leurs détails, sans faire entre elles de choix arbitraire, et

sans dissimuler les côtés faibles de son système, mais avec le désir unique d'arriver à la vérité et la conviction d'y être parvenu : il nous semble qu'on doit être disposé à admettre la validité de ses principales déductions, corroborées comme elles le sont maintenant. Le cas de la détermination du mouvement général des étoiles par M. Mædler sera peut-être analogue à celui de la première détermination, par sir W. Herschel, du mouvement du Soleil dans l'espace : c'est-à-dire, qu'après avoir été assez longtemps contestée ou négligée, elle sera finalement confirmée et généralement admise, et constituera un beau titre d'honneur pour l'habile et courageux astronome qui en aura le premier prouvé la réalité.

MÉMOIRE

SUR LES

TERRAINS LIASIQUE ET KEUPÉRIEN DE LA SAVOIE

Par M. ALPH. FAVRE.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, 1859, tome XV. (Extrait.)

Le but de ce travail est de montrer *que la plupart des couches de cargneule et de gypse des Alpes de la Savoie appartiennent au terrain des marnes irisées*. La cargneule est connue sous le nom de *rauhwacke* en Allemagne, de *crapaud* en Franche-Comté, de *pierre trouée* dans le midi de la France. C'est un calcaire magnésien celluleux, dont les cloisons des cellules sont formées de calcaire magnésien, d'après une analyse de M. le professeur Marignac, tandis que la matière pulvérulente contenue dans ces mêmes cellules présente la composition de la dolomie. Dans les Alpes, le gypse est toujours lié à la cargneule.

Jusqu'à présent, ces cargneules avaient échappé aux clas-

sifications. Deluc, de Saussure et Brochant de Villiers les avaient confondues avec les tufs. MM. Haidinger, Brunner, Logan et Delesse s'étaient occupés de leur origine, mais non pas de leur âge. M. Sc. Gras croit qu'elles appartiennent à tous les âges de l'histoire de la terre.

La même incertitude régnait au sujet des gypses, quoiqu'ils aient été plus souvent étudiés. Deluc les regardait comme étant une altération de la matière primordiale. C'était un aperçu de ce que l'on a nommé plus tard le *métamorphisme*. Lamanon croyait qu'ils avaient été déposés dans des lacs d'eau douce. Freisleben, de Buch, Dolomieu, Jaquemont les regardaient comme primitifs. De Saussure et Brochant de Villiers, au contraire, les croyaient moins anciens, et de Charpentier pensait qu'ils appartenaient au terrain de transition. Plus tard, d'après les travaux de M. Studer et d'autres savants, on s'était arrêté à l'idée que les gypses se trouvent dans les Alpes en amas isolés, mais alignés. Cependant, la carte géologique d'une partie de la Savoie, à laquelle je travaille depuis quelques années, et qui est sur le point d'être achevée, montre que les gypses et les cargneules forment de véritables couches; leurs affleurements se dessinent à la surface du sol par des lignes qui ont plus de 25 ou de 30 lieues de longueur.

Les gypses des Alpes proviennent sans aucun doute de l'hydratation de l'anhydrite, et, dans la supposition qu'il se soit passé une action métamorphique, ce serait cette dernière roche qui proviendrait du calcaire. Or, autant il est facile de comprendre ce genre de métamorphisme pour un amas, autant il est difficile de comprendre comment il aurait pu s'exercer sur une couche d'une grande étendue. L'on ne peut donc plus supposer que l'anhydrite soit une transformation directe du calcaire. Je ne saurais voir dans ces longs affleurements des cargneules, des gypses et des anhydrites, que les affleurements d'un terrain triasique semblable à celui qui se trouve en Lorraine ou dans certaines parties de l'Allemagne.

Cette assimilation détruit l'une des exceptions dont la science, moins avancée qu'elle n'est à présent, avait naguère autorisé l'introduction dans la géologie des Alpes. Pour ma part, je cherche depuis longtemps à les faire toutes rentrer dans les lois connues.

Je n'ai pu démontrer l'identité du terrain triasique des Alpes avec celui d'autres pays au moyen des fossiles, car je n'ai jamais réussi à trouver un seul débris d'être organisé dans ce terrain. Je n'ai donc pu le faire qu'au moyen de considérations stratigraphiques, et au moyen de la ressemblance, je dirai presque de l'identité, que présentent les roches triasiques des Alpes avec celles d'autres régions. Ce caractère qui, d'ordinaire, n'a pas une grande valeur lorsqu'il est question de roches peu caractérisées et communes, tels que des calcaires, des marnes et des schistes argileux, en prend beaucoup plus lorsque le terrain est formé de roches moins banales et plus rares, tels que certains grès très-siliceux, des schistes rouges et verts, des cargneules, des gypses, des anhydrites, du sel, etc.

J'ai pris dans les Alpes de la Savoie un certain nombre de coupes parfaitement nettes et bien établies[1], qui démontrent avec une grande évidence la présence d'un groupe de couches dans lequel on retrouve les caractères des terrains triasiques des autres régions. Ce groupe est placé entre le terrain anthracifère ou terrain houiller et le lias.

Je vais donner quelques détails sur les diverses localités où ces coupes ont été prises. C'est d'abord les environs du village de Meillerie, sur la rive méridionale du lac de Genève, qui m'ont fourni une ample récolte de fossiles liasiques, et la première démonstration de la position des cargneules. « L'inspection des roches, leur disposition, leur structure, leurs fossiles font comprendre que les couches sont repliées sous la forme de la lettre majuscule U ou d'*auges*, d'après le nom

[1] Elles sont figurées dans le mémoire qui contient trois planches et vingt figures.



consacré par M. Rogers dans son mémoire sur les Apalaches.

L'auge centrale est formée par des marnes toarciennes renfermant l'*Ammonites Aalensis* Ziet.

A droite et à gauche se trouvent des calcaires d'un bleu noirâtre, dans lesquels on trouve mélangés des fossiles appartenant aux étages liasien et sinémurien, tels que l'*Ammonites Guibalianus* d'Orb., *A. planicosta* Sow., *A. brevispina* Sow., *A. spinatus* d'Orb., *A. fimbriatus* Sow., *A. rarecostatus*? Ziet., *A. bisulcatus* Brug., *A. Kridion* Hehl.

Ces terrains sont renfermés dans les jambages d'une nouvelle auge, plus extérieure, formée par les couches qui ont été nommées *couches de Kossen* par les géologues autrichiens, *grès précurseurs* par M. Quenstedt, *couches de jonction* par MM. Suess et Oppel, *couches de Schambelen* par M. Marcou, et *quatrième étage* du lias par M. d'Archiac. Le *bone bed* des Anglais, dans lequel on vient de découvrir des mammifères, se trouve sur cet horizon[1]. Les principaux fossiles de cette couche sont l'*Avicula contorta* Port., le *Pecten Valoniensis* Terq., *P. Falgeri* Mer., *Ostrea Pictetiana* Mort., *Anomya irregularis* Terq., *Spirifer Munsteri*, David.

En dehors de tous ces groupes de couches, et, par conséquent, au-dessous d'eux, l'on voit des marnes rouges et vertes associées à la cargneule.

Il est évident que ces cargneules, qui ont une grande puissance, et ces marnes placées *en dessous* du quatrième étage du lias appartiennent au terrain des marnes irisées.

Dans la vallée de la Dranse, près de Thonon, on peut faire des observations semblables à celles des environs de Meillerie. Les divers étages des terrains y sont fort bien caractérisés, leur forme en auge y est visible, et en dessous du quatrième étage du lias, on voit une grande série de cargneules renfermant deux couches de gypse. Les couches qui forment cette série sont

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des sciences,* 1858, tome XLVII, p. 955.

disposées de la même manière et présentant les mêmes caractères que les couches du Jura salinois qui se trouvent en dessous du lias et qui sont classées dans le terrain triasique. Cette concordance de caractères est une nouvelle démonstration de la présence du terrain triasique dans cette partie des Alpes. Mais l'étage inférieur des marnes irisées qui, dans les environs de Salins, contient des marnes salifères, ne se voit pas sur les bords de la Dranse ; il est enfoncé au-dessous de la surface du sol.

La montagne du Grammont, qui s'élève à environ 1800 mètres au-dessus du lac de Genève, près de son extrémité orientale, présente une nouvelle preuve à l'appui de ce que j'avance. Cette grande montagne forme une espèce de voûte assez régulière. Au sommet de cette voûte, j'ai ramassé des fossiles liasiques, tels que l'*Ammonites Bonnardi* d'Orb., la *Rhynchonella Moorei* David, la *Spirriferina verrucosa* d'Orb., et au centre de la voûte, dans le grand ravin qui descend de cette montagne au village des Evouettes, on trouve des marnes rouges, des cargneules et des gypses qui sont placés en dessous du lias.

Quoique l'étude de la montagne du Môle, dans la vallée de l'Arve, près de Bonneville, ne m'ait pas conduit à un résultat satisfaisant sous le rapport de la position du terrain triasique en Savoie, j'ai été amené à en parler parce que j'ai trouvé au sommet de cette montagne un rocher en place dont j'ai pu détacher près de quarante espèces de mollusques fossiles.

Il y avait un siècle que de Saussure était monté pour la première fois au sommet du Môle, et, pendant ce temps, la géologie de cette montagne, si souvent parcourue, n'avait fait presque aucun progrès. Cette nombreuse collection de fossiles entassés pêle-mêle dans une même couche présente beaucoup d'analogie avec celle qui a été trouvée au col des Encombres par M. le professeur Sismonda ; la roche est la même dans les deux localités ; plusieurs espèces sont semblables, et dans

les deux endroits, on trouve les fossiles de l'étage moyen et ceux de l'étage inférieur du lias associés dans la même couche.

Ce mélange ou cette association d'êtres appartenant à deux époques voisines, mais pourtant différentes l'une de l'autre, est un fait singulier. On peut en trouver cependant un assez grand nombre d'exemples. Il a été constaté, comme je viens de le dire, au col des Encombres et au Môle, et l'on peut signaler encore Meillerie; les environs de Montreux et de Bex dans le canton de Vaud; le Stockhorn, dans le canton de Berne; le Vorarlberg, certaines localités du Tessin et des environs de Montpellier, ainsi que la couche de Saint-Vigor et des Moustiers en Normandie, comme présentant ce même fait. Une association semblable a été dernièrement observée dans les terrains crétacés des Alpes vaudoises.

Il est évident que l'on ne peut trouver les causes de ces associations que *dans des circonstances particulières contemporaines* des dépôts qui les renferment, et ces circonstances ne paraissent pouvoir être que de deux espèces. La première dépend de la nature physique du milieu dans lequel ces animaux vivaient. On a constaté, par exemple, certaines analogies entre la faune des marnes du lias, celle des marnes oxfordiennes et celle des marnes néocomiennes. On a également fait remarquer les ressemblances qui existent entre les terrains coralliens des différents âges du globe. Il se peut que si, dans certaines localités de la mer liasique, les étages se sont succédé sans changer de nature, la faune qui vivait dans ces localités ait été moins modifiée que dans les lieux où un changement physique dans la nature des sédiments s'est fait sentir avec force.

On peut trouver la seconde cause du mélange dans l'état de la contrée à l'époque où les animaux y vivaient. Le mélange s'est probablement produit dans des régions dont le sol, alors assez accidenté, présentait des ondulations et des anfractuosités qui mettaient les animaux en partie à l'abri des circons-

tances qui renouvelaient les espèces dans d'autres régions. Si nous recherchons quel était l'état du sol où se trouve actuellement la chaîne des Alpes à l'époque du lias, nous verrons qu'il était fortement accidenté. A l'époque carbonifère, ce sol était immergé en partie, comme le prouvent les nombreux végétaux terrestres qui accompagnent les dépôts d'anthracite. Il est probable que ce sol restât encore immergé à l'époque permienne. Mais à l'époque triasique, la mer le recouvrit, comme le démontre la fin de ce mémoire. Il n'en conserva pas moins cependant une protubérance considérable plus ou moins articulée. L'époque du lias trouva cette région dans cet état, et les animaux de cette époque, qui se développèrent dans les bassins plus ou moins fermés, et dans les golfes sous-marins de cette terre immergée, furent peut-être partiellement préservés de la destruction qu'ils ont trouvée ailleurs. Il en est à peu près de même des terrains des environs de Montpellier et des Cévennes. Cette région était dans le voisinage des montagnes du centre de la France émergées à l'époque du lias, d'après la carte de la mer jurassique publiée par Beudant, et par conséquent le fond de la mer présentait probablement de nombreuses anfractuosités.

D'après ces hypothèses, ce serait donc dans la continuation des sédiments de même nature et dans une configuration de terrain fortement accidentée qu'on devrait chercher la cause de l'association des fossiles des divers étages, dans une seule et même couche.

Dans les environs de Matringe, près de Saint-Jeoire, en Faucigny, on observe une couche intéressante. On y voit les couches de Kossen, ou le quatrième étage du lias, caractérisées par l'*Avicula contorta* Portl., très-bien développées audessous d'une grande masse de calcaire jurassique. Au-dessous on trouve un calcaire marneux rouge et vert. Il semble être l'équivalent des couches de Raibl ou de Hallstadt, décrites par les géologues autrichiens. Cette couche est placée à la partie

supérieure des marnes irisées; au-dessous se voient des dolomies, des cargneules et des gypses.

Près de Taninges, on trouve ce même calcaire marneux rouge, les cargneules et les gypses en dessous des calcaires jurassiques, et au-dessus du terrain houiller parfaitement caractérisé. Cette observation est intéressante en ce qu'elle montre d'une manière très-exacte la position des roches que je classe dans le terrain triasique. La section prise dans cette localité, qui est placée dans les chaînes extérieures des Alpes, est complétement en accord avec ce que l'on voit dans les chaînes centrales où l'on trouve toujours des cargneules et des gypses placés entre le terrain houiller et le terrain jurassique.

L'un des affleurements remarquables du terrain triasique est celui qui se trouve dans le val d'Illiers en Valais. D'un côté on peut suivre son prolongement sur la rive droite du Rhône jusque sur les bords du lac de Thoune, et de l'autre, jusqu'au village de Châtillon, en Faucigny, où il disparaît sous le diluvium. Il renferme les mines de sel de Bex et les eaux salées de Morgins. A Châtillon il laisse échapper un dégagement de gaz assez considérable pour qu'il ait pu servir à l'éclairage des maisons voisines.

Dans les chaînes intérieures des Alpes, les affleurements de ce terrain sont très-remarquables. Il en est un qui semble commencer à Saillon en Valais, qui passe par les hautes sommités de Fouilly, près du village de Morcle, aux bains de Lavey, au col de Salanfe sur la rive gauche du Rhône, au col d'Emaney, à celui de Barberine, dans la sauvage vallée d'Entraigues, à l'est du Buet, au Buet lui-même, au col de Salenton, à Moïde et Servoz. Il est très-probable que cette couche est la même que celle qui se montre à Saint-Gervais, à Saint-Nicolas de Véroce, au col Joly, au lac de la Girotta, à Beaubois, à Arèche, au col de la Batie et à la roche Cervins en Tarentaise. J'ai encore indiqué d'autres de ces affleurements.

La composition du terrain triasique est la même partout où je l'ai observé dans l'intérieur des Alpes; et les roches principales qui le constituent sont les suivantes en les indiquant de haut en bas :

1° Cargneule et gypse.

2° Schiste argilo-ferrugineux rouge et vert; il ressemble beaucoup aux marnes irisées, quoiqu'il soit plus dur.

3° Une couche d'ardoise mince. Elle manque souvent.

4° Un grès siliceux que l'on nomme arkose, dans lequel on voit presque toujours des fragments de quartz rose.

Ce terrain est recouvert par le terrain jurassique, et il repose tantôt sur le terrain anthracifère ou terrain houiller, tantôt sur des roches qui paraissent cristallines. Cette coupe résume toutes celles que j'ai prises dans les Alpes de la Suisse et de la Savoie, et à des distances assez considérables pour démontrer à la fois l'uniformité et l'étendue du terrain triasique. Les localités où j'ai pris ces sections sont les suivantes : Le ravin de Mettenbach sur les flancs de la Iungfrau dans les Alpes bernoises. J'ai retrouvé, dans cette localité éloignée de la Savoie, le terrain triasique avec les mêmes caractères que ceux que j'ai observés près du Mont-Blanc. Les environs de Morcle sur la rive droite du Rhône. Le col de Salanfé. Le col d'Emaney. La vallée d'Entraigues. Le trias est recouvert dans cette dernière localité par une énorme épaisseur de terrain jurassique dans la partie supérieure duquel on trouve beaucoup de fossiles calloviens. Les roches de cet âge paraissent constituer le sommet du Buet. A mi-hauteur de cette montagne j'ai pris encore une coupe du terrain triasique, ainsi qu'au col de Salenton, aux Frêtes de Moïde, à l'aiguille des Posettes, au sommet de la plus haute des aiguilles Rouges, à Flumet dans la vallée de Mégève, et à Petit-Cœur, en Tarentaise. La cargneule que j'ai trouvée ici n'avait jamais été indiquée, et je pense qu'elle facilite la solution du problème qui se rattache à cette localité célèbre, mais il faudrait, je l'avoue, pour

que la solution fût définitive et complète, trouver une seconde couche de cargneule; alors l'hypothèse d'un pli que j'ai depuis longtemps soutenue, et qui rend bien compte de l'arrangement des couches, se trouverait démontrée.

La coupe du col des Encombres démontre encore très-nettement : 1° La présence du terrain triasique : les couches qui le constituent étant placées ici entre le terrain jurassique, contenant la belle série de fossiles liasiques découverte par M. Sismonda, et le terrain houiller parfaitement caractérisé ; 2° elle prouve qu'*il n'y a pas dans cette région des Alpes des terrains jurassiques fortement métamorphiques*. Les roches qui renferment les fossiles mélangés des différents étages du lias appartiennent au lias inférieur et non pas au lias moyen, car elles reposent sur le terrain du trias et sont à une petite distance du terrain anthracifère. On connaît donc ici la limite inférieure du terrain jurassique, et l'on voit que près de cette limite il n'est pas métamorphosé comme le prouve la conservation des fossiles qu'il renferme. Je crois donc que les roches qu'on nomme *terrain jurassique modifié* ne sont, dans cette région, que le terrain anthracifère ou terrain houiller, lequel est formé de grès plus ou moins micacé, ayant parfois assez d'analogie avec les roches que l'on nomme métamorphiques.

Enfin les environs immédiats de la chaîne du Mont-Blanc prouvent que le terrain triasique constitue évidemment une partie de cette chaîne. On sait, par exemple, que dans la vallée de Chamounix, les gypses, les anhydrites et les cargneules sont placées au-dessus des calcaires jurassiques et au-dessous des schistes cristallins. Il en est de même sur le revers méridional de la chaîne. Cette position anormale s'explique très-nettement en admettant un renversement, et ce renversement, dont je ne prétends pas avoir parlé le premier, s'accorde exactement avec la structure des montagnes voisines, comme je l'ai montré dans l'une des coupes que j'ai données. Comme conséquence directe de l'interprétation de la position de ces couches, on est obligé

d'admettre que le terrain triasique s'est déposé dans la place où maintenant s'élève la plus haute sommité de l'Europe.

Ce terrain triasique, tel que je l'ai décrit, présente les plus grands rapports avec ceux des autres pays; et si on le compare aux descriptions du terrain des marnes irisées de l'Argovie, du département de Saône-et-Loire, du Nivernais, des environs de Clain, du département de l'Aveyron, ou de celui de l'Hérault, de même qu'à celui du Haut-Rhin, partout on trouve une analogie frappante entre le terrain triasique de ces contrées et celui des Alpes. On voit par cette comparaison que la cargneule n'est point spéciale aux Alpes, et que dans le Jura et dans une grande partie de la France, les cargneules et les gypses se trouvent à la partie supérieure des terrains des marnes irisées. « Les masses ou sources salées de Bex, de Lavey, de Saxon, de Morgins, des environs de Moutiers et d'Arbonne en Tarentaise, donnent à l'ensemble du terrain keupérien de la Savoie un caractère qui le rapproche du terrain triasique des autres pays, le sel étant, on pourrait presque le dire, une roche caractéristique de marnes irisées. L'anhydrite, qui est fort répandue dans les gypses des Alpes, est également abondante dans les terrains triasiques de Lorraine et du Mansfeld. Le schiste argilo-ferrugineux rouge et vert rappelle les marnes irisées, et le grès arkose est semblable à des roches que l'on rapporte ailleurs, soit aux marnes irisées, soit au grès bigarré. Le muschelkalk paraît manquer dans cette région des Alpes, comme il manque dans le midi de la France.

Après quelques considérations sur le métamorphisme, où j'ai cherché une explication à cette position singulière des marnes irisées des Alpes qui paraissent tantôt reposer sur le terrain houiller, tantôt sur les schistes cristallins, je termine ce travail par les conclusions suivantes, dont la plupart sont relatives à la classification que je propose, savoir de placer les cargneules,

les gypses, les schistes argilo-ferrugineux rouge et vert, et le grès arkose dans le terrain triasique.

1° Cette classification est confirmée par la nature des roches. En effet, les gypses, les anhydrites, le sel gemme, les dolomies et les cargneules sont, on le sait, des roches presque caractéristiques des terrains keupériens de la France. Elles le sont aussi du terrain keupérien des Alpes. Le schiste argilo-ferrugineux rouge et vert offre la plus grande analogie avec les marnes irisées, et le grès arkose a beaucoup de rapports avec des roches qui, dans diverses parties de la France, sont classées dans le trias.

2° Si les gypses et les cargneules des Alpes ne présentent pas une stratification très-visible, ces roches forment cependant des couches offrant des affleurements que l'on peut suivre sur une longueur de vingt-cinq lieues et plus. Elles ne sont pas disposées en amas irréguliers.

3° Ces couches placées immédiatement *au-dessous* des couches du Kössen, ou quatrième étage du lias, dont une partie se rapporte au *bone bed*, et *au-dessus* du terrain houiller, occupent la position qui est assignée au terrain triasique, par conséquent il est naturel de les regarder comme l'équivalent des roches de cet âge.

4° Les observations démontrent l'unité de composition qui règne dans le terrain triasique, des bases de la Iungfrau dans l'Oberland bernois aux Alpes françaises.

5° Les roches triasiques fournissent un bon horizon géologique, et peuvent servir à séparer le terrain jurassique de la formation carbonifère. Le premier de ces deux terrains est formé d'une manière générale de calcaire et de schiste argileux, le second de poudingue ou de grès et de schiste argileux, mais il ne renferme pas de calcaire. Il me semble donc que tous les calcaires des Alpes appartiennent au terrain jurassique ou à des formations plus récentes (je ne parle pas ici de calcaires saccaroïdes).

6° Les couches que je rapporte au trias, examinées dans les localités très-voisines les unes des autres, paraissent reposer tantôt sur le terrain houiller, tantôt sur les roches cristallines. Je crois qu'en réalité elles recouvrent toujours le terrain houiller, mais on ne peut pas toujours distinguer ce dernier des roches cristallines.

7° Enfin il ressort de ce travail que le terrain houiller ou anthracifère des Alpes est composé de deux étages, savoir : les schistes ardoisiers à empreintes des plantes à la partie supérieure et les grès ou poudingues à la partie inférieure.

Le travail dont je ne donne ici que l'analyse, a été présenté au mois d'août 1858 à la Société helvétique réunie à Berne. J'avoue que ce fut avec une vie jouissance que j'entendis alors M. Escher de la Linth qui, on le sait, possède une connaissance approfondie de la géologie des Alpes, et à l'opinion duquel j'attache la plus haute importance, approuver la classification que j'avais proposée : « M. Escher, est-il dit dans le procès-verbal des séances, croit que M. Favre a raison de classer les cargneules dans les marnes irisées, et il partage cet avis. »

C'est également avec beaucoup d'intérêt et de satisfaction que j'ai lu, après l'impression de mon travail, certains paragraphes du mémoire de M. Pareto « Sur les terrains du pied des Alpes dans les environs du lac Majeur et du lac de Lugano[1]. » Le fragment suivant de ce travail me paraît être un des plus importants au point de vue qui m'occupe. « Ces idées de la présence des terrains triasiques et même permiens au pied des Alpes, dit M. Pareto, dans les vallées bergamasques et dans les environs de Côme et du lac Majeur, qui ont été longtemps combattues par les géologues d'une école qui ne voulait voir dans les Alpes que des terrains jurassiques, sont, à présent, appuyées sur tant de faits, qu'elles paraissent presque

[1] *Bulletin de la Société géol. de France*, 2me série, tome XVI, p. 49.

incontestables, et doivent aussi, de nécessité, porter un changement aux idées qu'on avait sur certains schistes micacés du même pied des Alpes qui, pour ces géologues, étaient aussi des couches jurassiques modifiées. En effet, puisque la partie de ces schistes qui s'étend au pied des Alpes est évidemment inférieure au terrain triasique et à ce terrain de conglomérats, qui est probablement permien, il en résulte, qu'au moins dans la région de la Sesia, du lac Majeur, des lacs de Lugano et de Como, ainsi que plus loin vers l'Est, on doit regarder ces schistes micacés comme des couches paléozoïques métamorphosées, et non pas comme des schistes jurassiques, ce qui pourrait même conduire à croire qu'un grand nombre de massifs de calcaires ordinairement saccharoïdes qui semblent enclavés dans les schistes micacés depuis le lac de Como à Dongo, sur le lac Majeur au Mergozzo, dans la vallée de Strona à Massiola, dans la vallée de la Sesia derrière *pied de Cavallo*, au lieu d'appartenir à la formation jurassique, appartiennent au contraire, comme les schistes qui les entourent, à des formations paléozoïques, etc. »

L'ensemble de ces observations, faites sur les deux versants des Alpes, confirme d'une manière très-nette les vues que M. le professeur Fournet avait fait connaître, il y a quelques années, d'une manière malheureusement trop laconique, et l'on ne peut plus douter maintenant que la mer triasique n'ait occupé jadis l'emplacement où les Alpes se sont élevées, et qu'elle n'y ait laissé ses dépôts.

SUR LA LONGUEUR MOYENNE
DU
CHEMIN PARCOURU PAR LES MOLÉCULES DES CORPS GAZEUX

Par M. R. CLAUSIUS.

(*Annales de Poggendorff*, 1858, nº 10, page 139.)

Dans la théorie des fluides aériformes, qui a été développée par M. Clausius [1], les molécules gazeuses n'oscillent pas autour d'une position d'équilibre, mais se meuvent irrégulièrement les unes au milieu des autres. Chaque molécule est animée d'un mouvement rectiligne tant qu'elle n'en rencontre pas une autre, et M. Clausius a été conduit à assigner pour la vitesse moyenne de ce mouvement dans différents gaz des nombres considérables. Comme l'on doit admettre d'ailleurs que les espaces intermoléculaires sont très-grands par rapport à ceux dans lesquels s'exercent les actions moléculaires, il est naturel de chercher si cette théorie des gaz peut expliquer le fait qu'une masse gazeuse libre ne se disperse souvent que peu à peu, ou le fait analogue que deux masses gazeuses voisines se mélangent lentement. Cette difficulté a été indiquée par M. Bujis-Ballot dans un mémoire récent : « Quand il se dégage par exemple de l'acide sulfureux ou du chlore à l'une des extrémités d'une chambre, dit en particulier l'auteur, il se passe plusieurs minutes avant qu'on le sente à l'autre extrémité, tandis que les molécules gazeuses devraient parcourir plusieurs centaines de fois ce chemin dans quelques secondes. » Dans le mémoire dont nous donnons un extrait, M. Clausius répond à cette objection en déterminant

[1] *Sur la nature du mouvement que nous appelons chaleur,* par M. R. Clausius. — *Archives des Sciences phys. et nat.*, tome XXXVI, p. 293.

la longueur moyenne du chemin que parcourt une molécule gazeuse, sans en rencontrer une autre, c'est-à-dire sans être déviée de la ligne droite qu'elle suit.

Il est nécessaire de définir en premier lieu les conditions de la rencontre de deux molécules. La position d'une molécule est à chaque instant définie par celui de son centre de gravité. Considérons deux molécules, dont les centres sont m et m', qui se meuvent dans le voisinage l'une de l'autre ; quelles que soient les lois des actions moléculaires, on doit admettre que, si m et m' se rapprochent suffisamment, un choc aura lieu, c'est-à-dire un changement brusque dans les directions des vitesses. On peut donc décrire autour de m, comme centre, une sphère du rayon ρ telle que le passage de m' dans l'intérieur de cette sphère d'action soit la condition nécessaire pour qu'il y ait choc. Il est évident que ce rayon ρ dépend des vitesses de m et m' et des directions relatives de leurs mouvements ; mais l'on peut assigner à ρ une certaine valeur constante comprise entre la plus grande et la plus petite de celles qu'on devrait lui donner en considérant d'autres couples de molécules, et qui est telle que le nombre des rencontres ainsi définies soit sensiblement le même qu'en réalité.

Le problème à résoudre est maintenant le suivant : Quelle est la longueur moyenne de chemin rectiligne que parcourt un point à partir d'un point donné jusqu'à ce qu'il entre dans la sphère d'action d'une molécule. « Au lieu de considérer toutes les molécules de la masse gazeuse comme se mouvant simultanément, dit l'auteur, on peut supposer qu'elles occupent des positions fixes, et qu'une seule molécule se meut au milieu d'elles. On démontre que la longueur moyenne du chemin parcouru par la molécule mobile dans ce dernier cas est plus grande que celle que l'on trouverait dans le cas du mouvement simultané, et si l'on suppose que, dans ce mouvement simultané, toutes les molécules ont des vitesses égales, on trouve que ces deux longueurs sont entre elles comme 1 est à $\frac{3}{4}$. Comme le

but que nous nous proposons est de déterminer une limite supérieure de la longueur moyenne du chemin de la molécule, il suffit de calculer cette longueur dans le cas d'une seule molécule mobile, en admettant comme démontré qu'elle ne peut pas être plus grande dans le cas du mouvement simultané de toutes les autres. »

On considère donc un volume occupé par des molécules distribuées sans arrangement régulier, seulement avec la condition que des volumes égaux en renferment des nombres égaux. Pour déterminer la densité de la masse, on suppose qu'on divise un volume quelconque en petits cubes juxtaposés et qu'on place une molécule à chacun de leurs angles. Si l'on désigne par λ le côté du cube déterminé de telle sorte qu'il y ait autant d'angles que de molécules, λ sera la distance moyenne de deux molécules voisines. Cette distance moyenne une fois définie, on peut calculer la probabilité qu'il y a, qu'un point animé d'un mouvement rectiligne traverse librement, c'est-à-dire sans entrer dans une sphère d'action, une couche d'épaisseur quelconque de la masse gazeuse. Soit m le point considéré ; il se meut dans une direction quelconque, car le milieu présente la même constitution dans toutes les directions. Divisons le milieu en couches successives par des plans parallèles perpendiculaires à la direction du mouvement de m. Désignons par a la probabilité que le point m traverse librement une couche d'épaisseur 1 ; la probabilité qu'il traverse librement une couche d'épaisseur 2 est une probabilité composée qui s'obtient en multipliant a par la probabilité qu'il traverse librement une seconde couche identique à la première, c'est-à-dire par a ; cette probabilité est donc a^2, et pour une couche d'épaisseur x elle est a^x. Il reste à déterminer la constante a. En posant $a = e^{-\alpha}$, α étant un nombre positif puisque a est plus petit que 1, la probabilité que le point m traverse librement la couche d'épaisseur x devient :

$$W_x = e^{-\alpha x}$$

Pour une couche d'épaisseur infiniment petite δ, on a :

$$W\delta = e^{-\alpha\delta} = 1 - \alpha\delta \cdot$$

en négligeant les puissances de δ supérieures à l'unité.

Il s'agit maintenant de déterminer directement $W\delta$. $1 - W\delta$ est la probabilité que le point m rencontre une sphère d'action en traversant la couche δ. Cette couche étant infiniment mince, on peut supposer les centres de toutes les molécules qu'elle renferme transportés sur l'un des plans qui la limitent, et $1 - W\delta$ a pour valeur le rapport des surfaces interceptées dans le plan par ces sphères à la surface totale du plan. Si la couche considérée avait pour épaisseur λ, ce rapport serait $\frac{\pi\rho^2}{\lambda^2}$, d'après la définition même de λ, et comme le nombre des molécules est proportionnel à l'épaisseur de la couche, et que l'espace intercepté par les sphères est proportionnel à leur nombre, on a

$$1 - W\delta = \frac{\pi\rho^2}{\lambda^2} \times \frac{\delta}{\lambda} = \frac{\pi\rho^2\delta}{\lambda^3}$$

En égalant les deux valeurs de $W\delta$, on trouve

$$\alpha = \frac{\pi\rho^2}{\lambda^3}.$$

Ainsi on a :

$$W_x = e^{-\frac{\pi\rho^2}{\lambda^3}x}.$$

Considérons un très-grand nombre N de molécules identiques à m et se mouvant comme elle à travers le milieu. Divisons pour chacune d'elles la masse gazeuse en tranches d'épaisseur dx à partir de son point de départ. Un certain nombre de ces molécules rencontreront une sphère d'action dans la première couche qu'elles traverseront, et puisque N est très-grand, ce nombre sera égal à N multiplié par la probabilité $1 - W_{dx}$; de même pour toutes les couches successives. La longueur du chemin parcouru par les points qui rencontrent

une sphère dans une certaine couche est d'ailleurs égale à la distance de cette couche à son point de départ. On obtiendra donc la longueur moyenne cherchée en multipliant chacune de ces distances par le nombre de points qui rencontrent des sphères d'action dans la couche correspondante, et en divisant la somme de tous ces produits par N.

Le nombre des points qui traversent librement la couche d'épaisseur x est :

$$N e^{-\frac{\pi\rho^2}{\lambda^3}x}.$$

pour la couche $x+dx$, on a :

$$N e^{-\frac{\pi\rho^2}{\lambda^3}(x+dx)}$$

Le nombre des points qui rencontrent des sphères d'action dans la couche d'épaisseur dx située à la distance x est donc :

$$\frac{\pi\rho^2}{\lambda^3} N e^{-\frac{\pi\rho^2}{\lambda^3}x} dx$$

en négligeant les puissances de dx supérieurs à l'unité.

Le produit de ce nombre par la distance correspondante est :

$$\frac{\pi\rho^2}{\lambda^3} N e^{-\frac{\pi\rho^2}{\lambda^3}x} x\,dx$$

et la longueur moyenne cherchée est :

$$l' = \frac{1}{N}\int_0^{\infty} \frac{\pi\rho^2}{\lambda^3} N e^{-\frac{\pi\rho^2}{\lambda^3}x} x\,dx = \frac{\lambda^3}{\pi\rho^2}$$

D'après ce qui a été dit plus haut, en désignant par l cette longueur moyenne dans le cas où les molécules se meuvent simultanément avec des vitesses égales, on a :

$$l = \frac{3}{4} l' = \frac{3}{4} \frac{\lambda^3}{\pi\rho^2} \text{ ou } \frac{l}{\rho} = \frac{\lambda^3}{\frac{4}{3}\pi\rho^3}$$

résultat qui peut s'exprimer ainsi :

La longueur moyenne du chemin rectiligne que parcourt une molécule est au rayon de la sphère d'action moléculaire dans le rapport du volume total de la masse gazeuse au volume occupé par les sphères d'action des molécules.

Pour évaluer approximativement cette longueur, M. Clausius suppose un gaz dans lequel le rapport $\frac{\lambda^3}{\frac{4}{3}\pi\rho^3}$ soit égal à 1000. Cette valeur est suffisamment grande pour que le gaz satisfasse d'une manière approchée à la loi de Mariotte et à la loi de Gay-Lussac [1]. On trouve ainsi : $l = 62\lambda$, c'est-à-dire une longueur très-petite par rapport à toute grandeur finie. Par conséquent on conçoit qu'une masse gazeuse libre puisse rester pendant un certain temps à peu près stationnaire.

On peut calculer enfin, dans l'hypothèse des sphères d'action immobiles, comment varie le nombre des points suivant la longueur du chemin qu'ils parcourent.

En remplaçant dans l'équation

$$W = e^{-\frac{\pi\rho^2}{\lambda^3} x}$$

x par l' on trouve :

$$W_{l'} = e^{-1} = 0{,}3679$$

le nombre des points qui parcourent des chemins égaux à l' ou plus longs est donc seulement :

$$N \times 0{,}3679$$

et par conséquent le nombre de ceux qui parcourent des chemins plus courts :

$$N \times 0{,}6321.$$

[1] Voyez *Archives des Sciences phys. et natur.*, tome XXXVI, p. 297.

On obtiendra de même pour le nombre des points dont les chemins sont le double, le triple, etc., de l'

$$W_{2l'} = e^{-2}$$
$$W_{3l'} = e^{-3}$$

nombres qui diminuent rapidement, car on a :

$$e^{-10} = 0{,}000045.$$

On peut conclure de là que les cas où une molécule parcourt un chemin considérablement plus long que la moyenne, sont très-rares par rapport à ceux où une molécule parcourt le chemin moyen ou un chemin plus court.

MÉMOIRE
SUR
LA DIFFÉRENCE D'EFFETS DES COURANTS INDUITS
D'OUVERTURE ET DE CLÔTURE
ET SUR LEUR EMPLOI EN TÉLÉGRAPHIE

Par M. HIPP
Chef de l'atelier fédéral des télégraphes.

Communiqué à l'Assemblée générale de la Société helvétique des Sciences naturelles, réunie à Berne le 4 août 1858.

L'électricité présente dans ses diverses manifestations des phénomènes si extraordinaires, et son étude excite à un tel point l'attention générale, que je crois devoir soumettre à l'honorable assemblée divers résultats obtenus par des observations directes, et qui me paraissent posséder une valeur pratique pour la télégraphie.

On sait qu'on produit dans un conducteur des courants d'induction, ou de second ordre, d'une très-courte durée, quand on ouvre ou qu'on ferme dans son voisinage le circuit d'un conducteur semblable comprenant une pile voltaïque. On se

rappelle aussi que les courants de second ordre peuvent en induire du troisième, ceux-ci du quatrième, et ainsi de suite.

Je me suis proposé de rechercher quel avantage la télégraphie peut tirer des courants de second ordre, et spécialement quelle différence il existe, au point de vue de l'application, entre le courant induit par la fermeture et le courant induit par l'ouverture du circuit primaire. Je me suis donc successivement posé les quatre questions suivantes :

1° Quelle est la durée du développement du courant induit de clôture?

2° Quelle est la durée du développement du courant induit d'ouverture?

3° Quelle force applicable à la télégraphie peut-on obtenir du courant de clôture?

4° Quelle force analogue peut produire le courant d'ouverture?

Je fais d'abord remarquer que je n'ai point eu l'intention d'examiner l'influence que les diverses constructions des appareils peuvent avoir sur le résultat; cela m'aurait conduit beaucoup trop loin. Je me contente de communiquer les manifestations obtenues à l'aide des appareils placés sous les yeux de l'assemblée.

Pour répondre à la première question, j'ai employé un cylindre métallique qui tournait d'un mouvement uniforme en faisant dix révolutions par seconde, et qui portait dans le sens de sa longueur un relief en forme de coin. Un ressort pressait cette partie saillante, et pouvait se mouvoir dans le sens de l'axe du cylindre. Cette disposition me permettait de fermer pendant un temps plus ou moins long le circuit d'une pile. En déplaçant le ressort, je finissais par trouver le point où le courant induit de clôture produisait un effet exactement aussi grand que si la clôture du circuit eût été maintenue indéfiniment. La durée du contact du ressort sur le relief fut trouvée

de 0,0113 seconde. J'admets ici que le courant induit de clôture commence au même instant que celui du premier ordre, et j'ai fait cesser celui-ci après que le courant induit eut manifesté la force maximum. J'adopte le temps exprimé ci-dessus comme représentant la durée totale, ou tout au moins la durée utile du courant d'induction de clôture.

C'est par un procédé empirique semblable que j'ai cherché à résoudre la seconde question. Après avoir remplacé le relief du cylindre tournant par une entaille à côtés divergents, j'ai cherché quelle position il fallait donner au ressort mobile pour que le courant induit d'ouverture eût une intensité aussi grande que si le circuit de la pile fût demeuré ouvert. Le temps ainsi déterminé fut de 0,0035 seconde.

Pour résoudre les deux dernières questions, j'ai fait les expériences suivantes. J'ai introduit les courants induits dans le circuit d'un galvanomètre, et j'ai constaté que celui d'ouverture, comme celui de clôture, produisaient des déflexions égales de l'aiguille. Des mesures très-précises montrèrent toutefois que cette déviation était un peu plus forte avec le courant d'ouverture. Ce résultat ne peut se concilier avec les différences de temps ci-dessus indiquées, qu'à la condition d'admettre que les forces doivent être en raison inverse des temps, ou, en d'autres termes, que le courant induit de clôture n'engendre qu'une moindre force pendant un temps plus long, tandis que celui d'ouverture en produit une plus grande pendant un temps plus court. Dans les deux cas, il y a égalité entre les produits de la force par le temps. La force du courant de clôture serait donc à celle du courant d'ouverture comme 35 est à 113. La faculté possédée par le courant d'ouverture de surmonter les résistances est certainement dans le rapport des forces, car dans des circonstances entièrement semblables, le courant de clôture me permettait de télégraphier à 20 lieues, tandis qu'avec celui d'ouverture j'atteignais à 150.

Permettez-moi de vous signaler une autre propriété du cou-

rant induit d'ouverture; je veux parler de la *vitesse de sa propagation.*

On admet presque généralement que l'électricité se meut avec une vitesse déterminée. Wheatstone l'a estimée à 115,000 lieues par seconde. D'autres savants l'ont trouvée beaucoup plus faible.

Je crois que ces données reposent sur une illusion, et voici pourquoi. Il y a quelques années, j'ai voulu répéter la mesure de la vitesse de l'électricité à l'aide de deux méthodes différentes et non employées jusqu'ici. J'ai trouvé que *le courant exige plus de temps pour parcourir un fil fin et court que pour se propager dans un fil épais et long.* Les essais ont été faits de la manière suivante: On a choisi un fil de fer de 0,16 millimètres de diamètre, et on en a pris exactement une longueur telle que sa résistance fût égale à celle de 200 lieues de notre réseau télégraphique. Cette longueur, qui était d'environ une lieue, a été recouverte de soie et enroulée sur une bobine. Le chronoscope a montré qu'il faut plus de temps pour la transmission dans le fil mince que dans le fil épais deux cents fois plus long. D'autres essais, opérés à l'aide du pont électrique dont les deux côtés opposés étaient d'une part la ligne longue de deux cents lieues (sans faire usage de la terre) et, d'autre part, le fil fin ont donné le même résultat, c'est-à-dire que l'aiguille interposée, et qui était exactement en équilibre, fut déviée à l'origine du courant dans une direction opposée à celle que j'aurais attendue, et confirma ainsi les indications du chronoscope. Je me suis expliqué ce phénomène par le retard qu'a dû occasionner l'extra-courant dans le fil fin qui était enroulé et non étendu comme l'autre. Le même résultat a été présenté par le courant d'induction qui s'est propagé plus vite dans le fil long que dans le court.

Dans toutes les mesures qui ont été effectuées à ma connaissance, on avait eu recours à des bobines interposées ou à des fils dont les contours étaient rapprochés. Aussi les vitesses

trouvées ne peuvent point être considérées comme exprimant le temps employé par le courant pour traverser les fils.

J'ai mesuré à l'aide du chronographe la durée d'effet du courant induit d'ouverture, soit lorsqu'il traverse une ligne de cent lieues, soit quand il ne la traverse pas, afin de conclure la *vitesse* de la différence des temps. J'ai trouvé ainsi que *cette vitesse est de* 700,000 *lieues par seconde*, mais elle doit nécessairement être *plus grande*, car ce nombre est affecté par le retard résultant des cent lieues de résistance qui ont amoindri la force.

En résumé, les propriétés du courant induit d'ouverture, au point de vue de l'application à la télégraphie, sont les suivantes :

1° Sa vitesse de propagation est beaucoup plus considérable que celle de tous les autres courants employés jusqu'ici.

2° Il surmonte de plus grandes résistances, parce qu'il déploie plus de force.

3° Il exige moins de temps pour son développement.

4° Comme l'attraction et le retrait de l'armature ont lieu dans des circonstances absolument pareilles, on n'a jamais à régler l'appareil d'après l'intensité du courant.

5° Les signes ne peuvent plus être tronqués comme dans les appareils usités jusqu'ici, par suite du manque d'attention des employés à la station de réception.

Dans le système actuel, on peut produire en moyenne 450 signes élémentaires par minute, ce qui revient à dire qu'un signe ou qu'un mouvement simple exige 0,1333 seconde. Or, le courant induit d'ouverture détermine un pareil mouvement dans 0,0035 seconde. Il en donnerait donc 17142 dans une minute, c'est-à-dire 38 fois davantage.

Le mécanisme, quelque soigné qu'il soit, n'atteindra certainement pas un pareil degré de perfection, bien que les nombres que nous venons de rappeler ne résultent pas de dé-

ductions théoriques, mais reposent sur des expériences pratiques directes. Ne réalisât-on que le quart de cette vitesse, on décuplerait la rapidité actuelle de transmission, et ce serait certainement beaucoup de gagné pour la télégraphie. Il n'y a aucune raison quelconque de douter que la chose ne soit praticable avec des appareils d'une construction appropriée. Je me réserve de faire connaître plus tard un procédé pour atteindre ce but.

SUPPLÉMENT

communiqué à la Société bernoise des Sciences naturelles, le 5 février 1859.

Depuis l'époque où j'ai présenté le mémoire qu'on vient de lire à la Société helvétique, j'ai eu l'occasion de faire des expériences sur des lignes télégraphiques en France et en Angleterre ; elles confirment entièrement, au point de vue pratique, les vues que j'y ai exposées.

Dans un seul cas, toutefois, mes prévisions ont été en défaut. J'avais admis que la durée des courants d'induction est en raison inverse de leur force, et qu'en conséquence, la force du courant d'ouverture devait être égale à 113, celle du courant de clôture étant représentée par 35. Cette assertion est inexacte, et voici comment je le démontre.

L'ancre d'un relais, réduite à la plus petite masse possible, fut, comme d'habitude, maintenue par un ressort à une distance convenable de l'électro-aimant. Un fléau de balance permettait de tendre à volonté le ressort à l'aide de poids. Dans le but de mesurer la force des courants d'induction, on cherchait combien il fallait employer de ces poids pour qu'on pût à peine apercevoir un mouvement de l'ancre. Cette méthode donne des résultats fort exacts, et voici les nombres auxquels elle m'a conduit. La première colonne renferme le temps exprimé en dix-millièmes de seconde ; la deuxième indique en grammes la force du courant induit.

Temps.	Grammes.	Temps.	Grammes.
5	35	30	103
10	55	35	108
15	72	40	111
20	82	45	113
25	96	50	113

On voit donc qu'il n'est pas exact de dire que le courant induit d'ouverture a atteint son maximum de force après 0,0035 de seconde; ce n'est guère qu'après 0,0045 que cela arrive. Toutefois, la différence entre les deux forces peut être considérée comme insignifiante, au point de vue pratique. Dans les mêmes circonstances, le courant induit de clôture a présenté un phénomène aussi inattendu que remarquable.

Le maximum de sa force ne s'est jamais élevé au-dessus de 18 grammes, quel que soit l'arrangement de l'appareil. *Le rapport de six à un s'est toujours présenté entre la force du courant d'ouverture et celle du courant de clôture.* Pour exprimer graphiquement ces résultats, j'ai construit la figure ci-jointe, (pl. II), dans laquelle la courbe *aa* dessine l'effet du courant d'ouverture et la courbe *bb* celui du courant de clôture. Les ordonnées expriment les tensions en grammes, et les abscisses représentent les temps en millièmes de secondes.

Je regrette de n'avoir pas eu à ma disposition les moyens d'apprécier les portions descendantes des courbes. Il faudrait y employer un appareil d'une construction spéciale.

Berne, le 16 décembre 1858.

Le chronographe dont M. Hipp a fait usage est un instrument qu'il a inventé et construit depuis quelques années. Il diffère du chronoscope en ce qu'au lieu de donner le temps par millièmes de seconde à l'aide d'une aiguille, il le marque par des points sur une bande de papier en mouvement. La bande avance de trois cents millimètres par seconde, et un di-

viseur appliqué à la machine fournit les dixièmes du millimètre. ce qui permet d'apprécier directement $\frac{1}{5000}$ de seconde. L'uniformité de mouvement du papier est assurée par l'échappement à lame vibrante, déjà appliqué au chronoscope. On se fera une idée de l'appareil, en se représentant les armatures de deux électro-aimants capables de percer un petit trou dans la bande de papier, quand le courant est établi ou rompu. Si le courant qui circule dans le premier électro-aimant est interrompu plus tard que celui que parcourt le second, les trous sont séparés par un intervalle qui mesure le temps écoulé entre les deux interruptions.

M. Hipp a eu l'obligeance de me montrer les divers appareils, bobines, relais, clefs, etc., qu'il a construits pour utiliser dans la télégraphie les propriétés des courants induits. Il me suffira d'ajouter que douze éléments de moyennes dimensions impriment parfaitement les signaux avec une résistance de deux mille lieues.

La différence de propriétés des deux courants induits servira à expliquer la diversité de leurs effets physiologiques et thérapeutiques. Il est aisé de la manifester à l'aide d'une électro-bobine dans laquelle peut se mouvoir librement un cylindre de fer doux qu'un léger ressort maintient à moitié engagé.

E. W.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

43. — Réponse de M. Favre aux objections présentées par M. le professeur de la Rive contre quelques points de ses dernières recherches thermo-chimiques sur l'électricité [1].

La quatrième et la cinquième partie de mes recherches [2] ont été, de la part de M. de la Rive, l'objet de quelques critiques [3] auxquelles je tiens à répondre. Je commencerai par celles qui se rapportent à la quatrième partie de mes recherches.

Et d'abord je reconnaîtrai que le premier reproche de M. de la Rive est fondé. En effet, j'ai négligé de dire que le chiffre exprimant la résistance de la boussole des tangentes et des fils qui s'y rendent, résistance qui est représentée en longueur de mon fil normal par 14^{mm}, rentrait dans les chiffres qui expriment les résistances des appareils placés hors du calorimètre. Je regrette d'autant plus cet oubli qu'il m'a valu un second reproche, conçu en ces termes : « *La résistance provenant de la bobine de l'électro-aimant et de la bobine de l'interrupteur réunies doit être égale à* 429^{mm} *et non à* $412^{mm},77$. »

Alors que la faible différence de $16^{mm},23$ entre ces deux nombres proviendrait d'une erreur de calcul, ainsi que le suppose M. de la Rive, je ne vois pas qu'il soit bien urgent de la signaler, puisqu'elle ne pouvait porter aucune atteinte à la valeur de mes conclusions ; mais je dois faire remarquer que les 412^{mm} de longueur de fil ont été calculés à l'aide de

[1] La réponse de M. Favre à quelques objections que j'avais présentées en rendant compte de ses intéressants travaux, m'a été adressée directement par lui avec la demande de l'insérer dans les *Archives des Sciences physiques*, en lui faisant subir les modifications que je jugerais convenables. Sauf quelques légères suppressions, qui ne touchent nullement au fond des questions, elle m'a paru de nature à être insérée textuellement. Je me suis borné à la faire suivre de quelques courtes observations. A. de la Rive.

[2] *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, tome XLVI (29 mars 1858), et tome XLVII (20 janvier 1859).

[3] *Bibl. Univ.* (*Archives des Sciences phys. et nat.*), tome II (juillet 1858), et tome IV (janvier 1859).

la tangente que donnait l'expérience dans laquelle les deux bobines étaient réunies, que ce chiffre n'est pas entaché d'erreur, et qu'enfin la différence entre ce nombre et celui qui aurait été donné en additionnant les longueurs de fil qui correspondent à la résistance de chacune des bobines prise séparément, n'est que de $1{,}33^{mm}$, comme on va le voir.

En effet, cette longueur de 412^{mm}, soustraite de la somme 439^{mm} *et non* 429^{mm} des deux longueurs inscrites au tableau, et exprimant en fil normal la résistance des bobines, donnerait une différence de 27^{mm}. Mais la somme 439^{mm} renferme deux fois la résistance de la boussole et des fils qui s'y rendent! Il faut donc de la quantité 27^{mm} retrancher 14^{mm} ou une fois la résistance que je viens de signaler ; on obtient ainsi une différence de 13^{mm}. C'est bien peu de chose ; aussi j'ai cru pouvoir mieux employer mon temps qu'à chercher une plus grande approximation.

Au troisième reproche que m'adresse M. de la Rive : « *qu'il aurait fallu indiquer que c'est pour une même quantité d'action chimique et non pour des temps égaux, que la chaleur développée dans une même longueur de fil, est en raison directe de l'intensité; car on est habitué à entendre énoncer que la chaleur est proportionnelle au carré de l'intensité*; » je répondrai :

Dans toutes mes précédentes publications, j'ai toujours rapporté mes données numériques à une même quantité d'action chimique, et c'est en faisant ces rapprochements que j'ai été conduit à quelques conclusions que je ne crois pas sans intérêt : c'est même parce que j'ai toujours tenu compte de l'action chimique, et parce que j'ai toujours cherché à établir sa valeur avec précision, comme constituant la donnée principale de chacune de mes expériences, que mes travaux m'ont semblé avoir quelque utilité si petite qu'on veuille bien l'admettre. J'ai donc cru inutile de dire une fois de plus que c'est pour des actions chimiques égales et non pour des temps égaux, que la chaleur développée dans une même longueur de fil était en raison directe de l'intensité.

Quant à énoncer que la chaleur est proportionnelle au carré de l'intensité, je ne vois pas pourquoi il était bon de rappeler cette loi bien connue qui ne mettait nullement en évidence le fait que je voulais signaler.

J'arrive à la critique de ma seconde conclusion. M. de la Rive dit que: « *parmi les causes de diminution de l'effet du courant, il en est une, c'est la cessation du passage à certains intervalles égaux, à laquelle on ne peut pas donner le nom de résistance.* »

Qui pourrait élever le moindre doute à ce sujet, et même qui pourrait

se figurer qu'il pût venir à l'esprit de personne, d'appeler résistance une absence de courant, et d'exprimer cette absence de tout phénomène, en longueur de fil? Aussi je ne comprends pas pourquoi M. de la Rive insiste tant sur ce point.

Mais s'il n'est pas possible de mettre en doute une augmentation considérable de travail dans la partie du circuit placée hors du calorimètre, lorsque l'interrupteur fonctionne, puisque dans mes expériences cette partie du circuit dépense 1587 unités de chaleur, n'est-on pas conduit à admettre forcément que ce travail est employé à vaincre des résistances réelles et de divers ordres ; cela n'est pas contesté ; et, puisque *du propre aveu de M. de la Rive,* ces résistances peuvent être évaluées en longueur de fil, je ne vois pas pourquoi l'habile physicien de Genève attaque une seconde conclusion où il est dit : non pas « *toutes les causes de diminution* dans l'effet du courant, » mais bien « *toutes les résistances*, quelle que soit leur nature, peuvent être évaluées en longueur de fil. »

Il est évident que, pour des expériences dans lesquelles il y avait intermittence dans le passage du courant, je n'étais plus autorisé à calculer à l'aide de la tangente la longueur de fil qui correspond aux résistances de la portion du circuit placée hors du calorimètre. Aussi est-ce par tâtonnement que j'ai cherché sur le rhéostat la longueur de fil qui dépensait, hors du calorimètre, une quantité de chaleur égale à celle qu'avait dépensée l'interrupteur.

J'étais loin de prévoir qu'en opérant soit avec cette longueur de fil ainsi trouvée, soit avec l'interrupteur, j'obtiendrais la même tangente.

Comment donc agit l'intermittence sur l'intensité du courant? je reviendrai sur ce point. Peut-être cette question sera-t-elle éclaircie par des expériences que je prépare, et dans lesquelles je ferai usage d'un nouvel interrupteur qui fonctionnera indépendamment du courant dont j'étudierai les résistances, et qui permettra de noter facilement la durée de l'interruption par rapport à la durée du passage ; ce qu'on ne peut pas faire avec l'interrupteur électrique sonore qui m'a servi jusqu'à ce jour !

Il peut se faire que les lois des phénomènes que j'ai étudiés ne soient pas aussi simples que M. de la Rive me reproche de le croire : c'est pourquoi je n'attends qu'une interprétation plus heureuse des faits que je signale et que je crois avoir bien observés, pour l'accepter. Mais je ne vois pas en quoi les conclusions de mon avant-dernier travail pourraient contribuer à ébranler le principe de l'équivalent mécanique de la chaleur en en exagérant la portée.

Parce que je pars d'abord d'une idée préconçue pour organiser des expériences, et je ne comprends pas qu'on puisse agir autrement, s'ensuit-il que je ne me fais pas ensuite l'esclave des faits? Est-on moins dans le vrai, quand des résultats fournis par l'expérience et sévèrement interprétés viennent justifier une prévision que, lorsque des résultats également fournis par l'expérience et interprétés avec la même sévérité, viennent la renverser? Or c'est ce qui résulte de mon dernier mémoire qui n'est que le développement de la troisième conclusion de celui dont il est question.

En effet, dès mes premières recherches thermo-chimiques sur l'électricité, j'avais été conduit à admettre, jusqu'à preuve du contraire, que la faible résistance d'une pile bien construite, pouvant devenir presque négligeable lorsque les résistances du reste du circuit devenaient considérables, il me serait possible de transporter hors de la pile la presque totalité du travail moteur développé par l'action chimique. Cette idée me souriait; elle avait une grande portée dans la discussion de la théorie des machines électro-magnétiques.

Eh bien, les faits sont venus condamner des espérances dont je m'étais bercé pendant longtemps. Je n'ai pas trouvé la loi que je cherchais; j'ai prouvé que cette loi n'existait pas; j'espère être dans le vrai, et avoir rendu un service de l'ordre de ceux que M. de la Rive aime à signaler à la reconnaissance des physiciens.

Voici cette troisième conclusion, contraire à toutes mes prévisions, et à l'appui de laquelle j'ai apporté de nouvelles expériences qui sont consignées dans mon dernier mémoire, inséré dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*[1]. « *Toute la chaleur que développe l'action chimique ne se retrouve pas dans le circuit, dont la longueur est calculée à l'aide de la formule bien connue, puisque celui-ci, quel que soit son développement, donne toujours dans les expériences inscrites au tableau le nombre constant 15000, tandis que l'action chimique produit 18685 unités de chaleur; une quantité, qui serait (dans les conditions où je me suis placé) de 3600 calories environ, est employée à vaincre une résistance sur la nature de laquelle je n'oserais encore émettre aucune hypothèse.* »

J'arrive à quelque chose de très-sérieux. M. de la Rive « ne saurait

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, tome XLVII, séance du 11 octobre 1858.

voir, dans la quantité de chaleur dégagée dans la pile, plus grande que celle que donne le calcul basé sur la loi des résistances, qu'un effet de l'*action chimique locale* qui a toujours lieu dans la pile même la plus constante. »

Je répondrai à cet honorable savant qu'il m'eût été bien agréable de reconnaître qu'il en était ainsi, puisque je n'aurais pas été conduit à rejeter une croyance que tout, jusqu'alors, semblait justifier ; mais comme dans mes expériences il n'existe pas d'action chimique locale *appréciable*, il m'a bien fallu envisager les choses autrement que par le passé.

D'abord, et pour toutes mes expériences, il ne m'a jamais été possible de constater cette action locale ; aucune trace appréciable d'hydrogène ne s'est dégagée sur les zincs amalgamés ; ce gaz s'est toujours dégagé en entier sur le platine platiné. Un tel résultat ne devait pas m'étonner, puisque j'employais une pile qui a pu rester plusieurs fois jusqu'à soixante et douze heures dans la même eau acidulée, où elle fonctionnait au moins six fois par jour pendant un quart d'heure en moyenne, sans que, pendant les intermittences, dont trois étaient de douze heures, j'aie pu constater le dégagement d'une seule bulle de gaz dans aucun de ses couples.

Alors même que je ne ferais pas valoir les considérations qui précèdent, était-il possible d'admettre, pour les expériences que j'ai inscrites dans la série A, une action chimique locale, qui aurait été toujours, malgré des différences d'intensité si considérables, presque le quart de l'action qui se produit au profit du courant? M. de la Rive parle du réchauffement des couples ; mais, avec le courant le plus intense, la température de mes couples ne s'élève pas au-dessus de un degré ! et puis, comment M. de la Rive peut-il expliquer l'augmentation considérable de cette action locale, soit lorsqu'on étend l'acide de la pile, soit lorsque ce liquide, qu'il perde ou non une certaine quantité de son acide, reçoit en dissolution une certaine quantité de sulfate de zinc ? Il suffit de jeter un coup d'œil sur les résultats de la série C et sur les résultats (13) et (14) de la série D pour voir quelle énergie devrait acquérir cette action locale, sous l'influence des causes que je viens de signaler.

Je ferai une autre remarque dont on saisira de suite toute la portée.

Dans toutes mes expériences, les volumes gazeux recueillis dans chacune des éprouvettes qui reçoivent séparément le gaz de chacun des couples ont toujours été *exactement les mêmes*. A moins d'admettre que des actions chimiques locales *indépendantes* les unes des autres dans

chaque couple, doivent toujours être complétement égales, ce qui constituerait une loi bien inattendue et qui serait mise en évidence par mes expériences, il faut bien repousser forcément l'explication de M. de la Rive.

Enfin, il ne me reste plus qu'à rappeler les expériences consignées dans mon second mémoire sur l'électricité[1], pour lever tous les doutes à ce sujet.

Ces expériences ont été faites en interposant un voltamètre dans le circuit. Dans ces conditions, pour un volume de gaz hydrogène dégagé dans chaque éprouvette de la pile, j'ai toujours obtenu dans l'éprouvette du voltamètre un volume et demi de gaz lorsque je décomposai le sulfate d'eau, et un demi-volume lorsque je décomposai le sulfate de cuivre.

Par suite de l'absence de toute action chimique locale appréciable susceptible d'apporter un élément variable dans les phénomènes que j'ai étudiés, l'explication de M. de la Rive ne saurait être admise, puisque mes résultats peuvent être soumis à un calcul rigoureux.

Je termine par une dernière observation. Ainsi que M. de la Rive, je ne peux pas admettre que des expériences du genre de celles que je viens de défendre puissent durer vingt-quatre heures, car il faudrait, pour oser émettre une opinion contraire, ignorer toutes les précautions que commande la calorimétrie. Aussi, jamais une pile, dans mes plus longues expériences, n'a fonctionné plus de trois quarts d'heure.

Observations sur la réponse de M. Favre, par M. le prof. de la Rive.

Je suis prêt à reconnaître que plusieurs des critiques que j'ai adressées aux dernières recherches de M. Favre tiennent à ce que les extraits qu'il en a donnés dans les Comptes rendus ne sont ni suffisamment clairs, ni assez étendus, ainsi qu'il le reconnaît lui-même. Ainsi, il semblait résulter de la rédaction de M. Favre qu'il est tout naturel d'assimiler à une résistance la diminution d'intensité du courant qui résulte des intermittences dans sa circulation. M. Favre reconnaît aujourd'hui dans sa réponse que cette assimilation résulte pour lui de l'expérience, qu'elle l'a tout autant étonné que moi, qu'elle mérite d'être étudiée de plus près, et qu'il s'en occupe. Dès lors, nous sommes parfaitement d'accord ; mais il fallait nécessairement, pour arriver à cet accord, les nouvelles explica-

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, tome XXXIX, séance du 25 décembre 1854.

tions de M. Favre. Je puis en dire autant de quelques autres critiques de détail qui précèdent celle à laquelle je viens de faire allusion.

Mais le point le plus important de la réponse de M. Favre est celui qui se rapporte à la troisième conclusion de son dernier mémoire, contraire à toutes ses prévisions, et qui conduit à reconnaître l'erreur qu'on commet en assimilant pour tous les cas la pile voltaïque à un conducteur ordinaire d'une résistance équivalente. J'avais énoncé l'idée qu'il serait peut-être possible d'expliquer l'excès de la chaleur réelle sur la chaleur calculée dans l'intérieur d'une pile qui fait partie d'un circuit, par le dégagement de chaleur provenant de courants locaux propres à chaque couple, ce qu'on nomme action locale. M. Favre soumet cette idée à un examen critique et expérimental qui le conduit à la repousser. Je suis disposé à croire qu'il a raison ; cependant, je ne trouve ses expériences ni assez variées, ni assez prolongées, pour les regarder comme complétement concluantes.

Ceci m'amène à demander au physicien distingué qui a déjà enrichi la science de la chaleur et de l'électricité de tant de faits nouveaux et intéressants, de vouloir bien nous donner, autant qu'il le pourra, les résultats numériques même de ses expériences et non pas seulement les résultats calculés, de varier et de multiplier peut-être davantage ses expériences, lorsqu'il s'agit surtout de résultats aussi inattendus que ceux que lui a fournis sa troisième conclusion. Le vœu que j'exprime sera rempli, je n'en doute pas, si, comme il nous en a donné l'espoir, M. Favre réunit dans un mémoire complet tous les travaux qu'il a faits dernièrement sur les phénomènes thermo-chimiques de l'électricité.

---

44. — F.-P. Leroux ; Recherches sur certaines rotations de tubes et de sphères métalliques produites par l'électricité. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, tome XLVIII, page 579.)

On se rappelle[1] que M. Gore a trouvé qu'en posant sur deux conducteurs métalliques mis chacun en communication avec le pôle d'une pile, un cylindre ou une sphère au travers de laquelle le courant s'établit, il suffit d'une légère impulsion donnée à ce conducteur dans un sens ou dans l'autre pour produire un mouvement continu. C'est ce phénomène qui est l'objet des recherches de M. Leroux. Les principaux résultats expérimentaux auxquels il est arrivé sont les suivants :

[1] *Archives des Sciences phys. et natur.*, tome III, p. 88. (Nouv. période.)

1° Lorsque le phénomène se produit dans les circonstances les plus favorables, on remarque une série continue d'étincelles à l'arrière de la partie mobile, et celle-ci s'échauffe considérablement.

2° En opérant avec des boules de différents métaux, on trouve que le phénomène est d'autant moins marqué que le métal de la boule est meilleur conducteur. Lorsque les surfaces sont amalgamées de manière que la conductibilité superficielle soit parfaite, le phénomène cesse de se manifester, ainsi que toute production de chaleur.

3° En opérant avec des rails concaves et deux disques minces réunis par un conducteur central, on a peine à observer quelques traces du phénomène.

D'après les résultats auxquels il est arrivé, M. Leroux attribue le mouvement du conducteur à la force disjonctive des étincelles qui se produisent à l'arrière du point de contact. Ces étincelles doivent être en effet d'autant plus fréquentes que les surfaces sont moins conductrices et moins polies. Quant à la puissance disjonctive de l'étincelle, l'auteur remarque qu'on peut la constater au moyen d'un levier horizontal, mobile autour d'un axe vertical, qui est vivement repoussé lorsque l'étincelle se produit entre son extrémité et un corps voisin.

---

45. — J. Müller ; Recherches sur la chaleur du spectre solaire. (*Untersuchungen über*, etc. — *Poggend. Annal.*, décembre 1858.)

Dans ce mémoire, l'auteur a cherché surtout à déterminer l'influence absorbante qu'exercent diverses dissolutions colorées sur les rayons thermiques, puis il a cherché également la longueur d'ondulation des radiations calorifiques extrêmes du spectre. Ses expériences ont été faites à l'aide de deux appareils thermo-électriques de Melloni. La pile de l'un d'eux était formée de quarante éléments bismuth-antimoine ; l'autre était plus mince et destinée à explorer des parties plus restreintes du spectre.

Des expériences préliminaires, avec un prisme de crown-glass, ont montré que le spectre calorifique s'étend au delà du rouge d'une longueur à peu près égale à celle du spectre lumineux tout entier. Le maximum se trouve au dehors de la portion lumineuse

Les expériences définitives furent faites avec un prisme de sel gemme dont chaque côté avait 44^{mm}. La distribution de la chaleur dans le spectre se trouva un peu différente de ce qu'elle était avec le prisme de crown. Le maximum se trouvait au delà du rouge à une distance de la ligne B

de Fraunhofer, à peu près égale à celle qui sépare les lignes B et F. Ces résultats sont d'accord avec ceux que Melloni a annoncés il y a longtemps déjà.

M. Müller a placé sur le trajet du rayon de lumière des dissolutions de diverses substances comprises entre des lames parallèles de verre distantes de 15mm. Voici quelle était l'action de ces dissolutions sur la lumière.

1° *Dissolution de cochenille*. Laissait le rouge du spectre intact. Toutes les autres couleurs étaient éteintes.

2° *Bi-chromate de potasse*. Laissait passer le rouge, l'orangé, le jaune et un peu de vert.

3° *Chlorure de cuivre*. Absorbait toutes les couleurs, sauf le vert, qui demeurait faiblement altéré.

4° *Sulfate de cuivre ammoniacal*. Laissait passer le bleu, l'indigo et le violet.

Quant à l'effet thermique, si l'on représente par 100 la quantité de chaleur qui traverse une couche d'eau pure d'épaisseur égale aux dissolutions précédentes, l'auteur trouve, en prenant une moyenne entre divers résultats, que la proportion de chaleur est :

Pour la	dissolution	rouge. . . .	40
»	»	jaune. . . .	74
»	»	verte. . . .	13
»	»	bleue . . .	13

Il conclut de là que la quantité de chaleur qui se distribue dans les diverses parties du spectre est la suivante :

Dans le violet, l'indigo et le bleu.	13
Dans le vert.	13
Dans le jaune et l'orangé.	34

Quant aux rayons qui accompagnent le rouge, on ne peut guère les estimer, parce qu'on ignore si la dissolution rouge employée ne laissait pas aussi passer une certaine proportion de rayons obscurs. M. Müller pense, avec M. Franz (*Pogg. Ann.*, tome CI, page 57), que 50 pour cent environ des rayons qui traversent une dissolution rouge sont des rayons obscurs, et qu'il resterait, par suite, environ 20 à 30 comme expression de la valeur calorifique de la région rouge du spectre.

Quelques figures intéressantes accompagnent le mémoire de M. Müller et montrent très-bien comment la chaleur est distribuée dans un spectre de crown ou de sel. On voit que les rayons calorifiques extrêmes sont

beaucoup moins réfractés que tous les rayons lumineux, et l'auteur a cherché à déterminer exactement cette réfraction, ainsi que la longueur d'onde correspondante. Avec du crown-glass, l'indice de réfraction de la ligne H est environ 1,546 ; celui de la ligne B 1,526, et celui des rayons calorifiques les moins réfractés 1,506.

On sait que, dans la théorie des ondulations, la réfraction d'une radiation lumineuse élémentaire dépend de la longueur de l'onde. M. Cauchy a donné sur ce sujet une formule que l'auteur n'a pas voulu utiliser, parce qu'elle ne représentait pas les phénomènes dans les limites où ses expériences ont été faites. Il a préféré prendre une formule empirique, entre l'indice de réfraction et la longueur de l'onde, de la forme :

$$w=a+b\,e+c\,e^2.$$

Les constantes *a, b, c,* ont été déterminées en prenant trois indices de réfraction parfaitement connus (lignes B, F, H), et les longueurs d'ondes correspondantes (0^{mm},000690, etc.) La formule est devenue :

$$w=1391460-1796460\,e+580000\,e^2.$$

En mettant pour *e* la valeur 1,506, indice des rayons calorifiques extrêmes, on trouve :

$$w=0^{mm},001770.$$

L'auteur a voulu arriver à la même solution par une construction graphique qui lui donne comme longueur cherchée 0^{mm},001900. La moyenne, 0^{mm},00183, peut être considérée comme représentant assez exactement l'onde des rayons de chaleur les moins réfractés.

On sait que les rayons lumineux les plus extrêmes au delà du violet, ceux qui ne sont accusés que par les phénomènes de fluorescence, ont, d'après Esselbach, une onde de 0^{mm},0003. L'onde double, 0^{mm},0006 (l'octave inférieure, dit M. Müller), tombe sur la ligne D, dans l'orangé. L'onde quadruple, 0^{mm}0012 (octave deuxième), tombe au milieu des rayons calorifiques obscurs. Les ondes les plus longues sont environ six fois plus grandes que les ondes les plus courtes dans les diverses variations calorifiques et lumineuses qui forment le spectre solaire. Cela comprend 2 $^1/_2$ octaves, si l'on veut se servir des désignations de l'acoustique.

Il ne faut cependant pas perdre de vue, ce nous semble, que les ondes calorifiques ont été supposées soumises aux mêmes lois que celles qui régissent les ondes lumineuses. La formule empirique de M. Müller a été établie avec des éléments puisés dans les radiations lumineuses, puis elle a

été supposée convenir aussi aux radiations calorifiques qui s'étendent au delà du rouge. Il ne faut pas oublier que cette extension de la loi bien au delà des limites où elle a été vérifiée par l'expérience, est probable sans doute, mais conserve cependant un caractère hypothétique. L. D.

---

46. — W.-R. GROVE ; SUR LA RÉFLEXION ET L'INFLEXION DE LA LUMIÈRE PAR LES SURFACES INCANDESCENTES[1]. (*Philosophical Magazine*, mars 1859.)

La différence d'apparence que présente une surface polie, lorsqu'elle est à la température ordinaire et lorsqu'elle est incandescente, est facile à observer; la propriété que prend un corps de devenir lumineux par lui-même, lorsqu'on le porte à une haute température, semble lui enlever la propriété de renvoyer l'impression des objets environnants, et l'on pourrait croire que la réflexion, au moins la réflexion régulière qui est propre aux surfaces polies, a été détruite. Telle était du moins l'impression *a priori* des personnes auxquelles j'ai demandé leur avis sur ce sujet. Ma propre opinion était que, si les surfaces polies réfléchissent la lumière lorsqu'elles sont incandescentes, en tout cas elles brisent et dispersent les rayons réfléchis, et cessent par conséquent de présenter le caractère des surfaces polies ; que si elles réfléchissent la lumière complétement ou partiellement, elles doivent la réfléchir comme le papier ou la neige, en dispersant les rayons de manière à produire une impression générale de lumière, au lieu de les renvoyer en faisceaux parallèles, ou conservant leur inclinaison mutuelle.

Le sujet m'a paru mériter quelques recherches, et comme il n'avait pas été étudié à ma connaissance, j'ai entrepris de faire quelques expériences sur ce point.

La difficulté qui se présentait dès l'abord consistait en ce qu'on emploie en général des métaux oxydables pour obtenir des surfaces polies, et que, par conséquent, leur structure physique doit être modifiée par l'oxydation, qui accompagne l'incandescence. L'or et le platine étaient donc les seules substances que l'on pût employer avec quelques chances de succès, et l'on a choisi le dernier de ces métaux, en raison de sa couleur blanche et de sa faculté de conserver plus facilement une tempéarture élevée. On a coupé dans une feuille de platine une bande

[1] Les expériences qui font l'objet de cette note ont été effectuées il y a dix ou quinze ans.

ayant deux pouces de long sur deux dixièmes de large; on l'a fortement tendue sur une plaque de verre, puis polie au tripoli jusqu'à ce qu'elle eût pris l'éclat le plus grand qu'elle put atteindre. On a fixé l'une des extrémités dans une pince portée par un support en bois, et à l'autre extrémité on a attaché par une pince semblable un poids en métal d'où partait un fil qui venait plonger dans un vase de mercure. Tout l'appareil était arrangé avec soin, de manière à ne pas déformer, ni courber la surface plane du platine. La feuille, ainsi suspendue, était placée au-devant d'une fente verticale, percée dans un volet exposé au midi ; cette fente pouvait être amenée à l'état de largeur convenable, par le déplacement horizontal de ses bords. La feuille de platine pouvait donc recevoir un rayon solaire, et une feuille de papier était placée à une distance variable sur la route du rayon réfléchi ; après avoir noté avec soin les limites du rayon réfléchi, et son intensité autant que l'œil pouvait l'apprécier, on faisait passer dans le platine un courant voltaïque dont on faisait varier l'intensité, de manière à amener la feuille à des températures diverses, depuis une chaleur rouge à peine visible dans l'obscurité, jusqu'à l'incandescence au point de fusion, ou plutôt au point auquel la feuille se rompait par suite de l'affaiblissement de sa cohésion ; en effet, le poids qui y était suspendu, quoique seulement suffisant pour maintenir la feuille tendue, en déterminait la rupture à une température inférieure au point de fusion. Pendant ces variations, néanmoins, on n'apercevait pas la plus petite différence dans la lumière réfléchie sur le papier, ou si, comme cela arrivait quelquefois, la forme subissait une petite modification pendant le cours de l'expérience, le changement s'expliquait aisément par l'allongement résultant de la chaleur ou par la disparution de légères courbures.

On a fait une expérience semblable avec la lumière diffuse du jour, et l'on a obtenu le même résultat ; il en était de même avec une lampe d'Argant. Dans ce dernier cas, quand le rayon était assez faible pour être troublé par la lumière provenant du platine incandescent, l'image en était affectée, mais elle conservait son caractère, et, autant qu'on pouvait en juger, son intensité, et c'était seulement à un très-haut degré d'incandescence, et avec une lumière incidente très-faible, que l'image réfléchie semblait se confondre avec la lumière provenant directement du corps en ignition.

Ensuite j'ai placé mon œil dans la position où le papier se trouvait précédemment, de manière à recevoir le rayon réfléchi ; pendant ce temps,

un aide établissait et interrompait alternativement le courant. Quand la lumière solaire incidente était suffisamment intense pour masquer la lumière émise par l'incandescence, il m'était impossible de distinguer si le platine était froid ou porté au rouge, au point que lorsque j'en fis l'essai la première fois, je reprochai à deux ou trois reprises à mon aide de n'avoir pas établi le contact quand je le lui avais dit. Quand la lumière incidente était très-faible, la lumière émise devenait naturellement perceptible.

J'ai fait ensuite tomber sur le platine un spectre provenant d'un prisme de flint-glass, et j'ai obtenu un effet semblable, c'est-à-dire que lorsque le spectre réfléchi était très-intense, on ne pouvait reconnaître aucune différence, que le platine fût froid ou incandescent, soit qu'on le reçût sur le papier ou directement dans l'œil. Avec moins d'intensité, la portion rouge du spectre était allongée par la lumière de l'incandescence, et les autres portions présentaient le caractère d'un spectre mélangé avec la lumière émise par le métal en ignition. On a aussi disposé le prisme de façon à intercepter le rayon réfléchi au lieu du rayon incident, les effets ont été les mêmes.

On a dirigé sur la surface de platine un rayon de lumière polarisé par réflexion sur une plaque de verre, puis on l'a analysé à l'aide d'une tourmaline ; on n'a pu reconnaître aucune différence dans le plan de polarisation, soit que le platine fût incandescent, soit qu'il ne le fût pas.

On a de même polarisé et analysé la lumière réfléchie par le platine, sans qu'on découvrît de différence résultant de l'ignition.

On a placé verticalement dans la fente étroite du volet un fil de platine de six pouces de long et de $^1/_{80}$ de pouce de diamètre ; les bandes d'interférence, reçues sur un papier placé à différentes distances du fil, et examinées soit à l'œil nu, soit à la loupe, n'ont présenté aucune différence lorsque le fil a été chauffé au rouge par le passage d'un courant voltaïque.

Dans toutes les expériences précédentes, on avait eu la précaution de porter au rouge, par le courant, la feuille ou le fil de platine, avant le commencement de chaque catégorie d'expériences, afin d'éviter toute altération qui aurait pu résulter de l'influence de la chaleur, telle, par exemple, que l'évaporation d'une couche d'humidité ou la combustion de substances oxydables. Le résultat général de ces expériences est donc : qu'il n'y a pas de différence perceptible à l'œil dans la lumière réfléchie par une surface polie, qu'elle soit incandescente ou non ; que l'uniformité moléculaire superficielle, qui produit la réflexion dans des directions parallèles d'un faisceau de rayons primitivement parallèles eux-mêmes, n'est

pas troublé par l'incandescence, si l'on opère sur une substance inoxydable.....

---

47. — GLADSTONE et DALE : SUR L'INFLUENCE QUE LA TEMPÉRATURE EXERCE SUR LA RÉFRACTION DE LA LUMIÈRE. (*Philosophical Magazine*, mars 1859.)

Les auteurs ont cherché à déterminer les variations de l'indice de réfraction d'un grand nombre de liquides de différentes températures. Leurs expériences ont été faites au moyen d'un instrument décrit par M. Baden-Powell dans le rapport de l'Association britannique pour 1839.

Les conclusions auxquelles ils sont parvenus sont les suivantes :

1° Dans toutes les substances, l'indice de réfraction diminue quand la température croît ; ce changement, que les auteurs proposent d'appeler *sensibilité* (sensitiveness), est très-différent pour les diverses substances ; c'est parmi les corps examinés, le phosphore fondu pour lequel il est le plus grand, et l'eau pour lequel il est le plus faible.

2° La longueur du spectre varie à mesure que la température s'élève. Lorsqu'on opère avec des substances très-dispersives comme le sulfure de carbone, il diminue considérablement : il diminue moins avec des substances telles que les alcools ; enfin, pour l'eau, le changement n'est pas appréciable.

3° La sensibilité d'une substance est indépendante de sa réfrangibilité ou de son pouvoir dispersif. Ainsi, bien que l'eau et l'éther soient très-voisins l'un de l'autre sous ces derniers rapports, on a trouvé que l'éther était beaucoup plus sensible que l'eau.

4° La valeur de la sensibilité n'est pas directement proportionnelle au changement de densité qui résulte de la variation de température ; il y a cependant quelque relation entre les deux phénomènes. Ainsi dans l'eau, l'indice de réfraction et la densité varient tous deux beaucoup plus rapidement aux hautes qu'aux basses températures ; de même, le renversement dans la variation de la densité qui se produit à 4° C. se manifeste également jusqu'à un certain point pour la sensibilité. D'ailleurs, en règle générale, les substances dont la densité varie le plus avec la température sont aussi les plus sensibles.

5° Il n'y a pas de changement brusque de sensibilité dans le voisinage du point d'ébullition ; cela est vrai du moins pour le sulfure de carbone, l'éther et l'alcool méthylique.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

48. — Dr von AMMON ; DIE ENTWICKLUNGESCHICHTE, etc. LE DÉVELOPPEMENT DE L'ŒIL HUMAIN. (*Archiv für Ophthalmologie*, 1858, p. 1-226, avec 12 planches.)

Il est difficile de donner dans un bref extrait une idée suffisante de tout ce que contient ce remarquable travail de M. von Ammon, qui a étudié en détail le développement de toutes les parties de l'œil et des organes protecteurs de celui-ci. Il a eu pour base de ses études un très-grand nombre d'embryons humains, mais il s'est livré en outre à des recherches comparées sur le développement de l'œil d'une foule de vertébrés. Malgré l'étendue de ce travail, les observations étaient si abondantes, que l'auteur a été obligé de passer sous silence toutes les données bibliographiques, et de travailler en apparence sur une table rase. Nous ne toucherons ici que quelques-uns des sujets principaux qui nous ont frappé par la nouveauté des points de vue.

Depuis les célèbres travaux de Huschke, l'on admet généralement que le cristallin se forme aux dépens d'un diverticule de la peau du corps qui s'enfonce dans l'œil de l'extérieur à l'intérieur, en refoulant devant lui l'enveloppe commune du bulbe. M. von Ammon dépeint la formation de cet organe d'une tout autre manière. Le cristallin est le résultat d'une *lamellation*, d'un dédoublement du segment antérieur de la membrane d'enveloppe du bulbe. Il se sépare de la face interne de ce segment une membrane mince en forme de cupule, qui est d'abord simple, mais qui se dédouble bientôt elle-même en deux feuilles. Ce sont là les premiers rudiments de la capsule antérieure et de la capsule postérieure du cristallin. Les deux feuillets se séparent bientôt l'un de l'autre à leur centre, et c'est dans l'espace ainsi formé que le cristallin se forme. Chose curieuse, cet organe n'est point simple, mais se compose, dans son développement, de deux parties bien distinctes. Dans l'espace formé entre les deux feuillets capsulaires se forme d'abord un disque plat composé lui-même de trois secteurs laissant un espace vide au centre du disque. Dans chacun de ces secteurs, les fibres du cristallin rayonnent à partir du centre du disque vers la périphérie. Ce disque devient, en se développant, non pas le cristallin complet, mais seulement la moitié postérieure de cet organe, et lorsque cette partie postérieure est formée, la partie antérieure est encore absente, sa place étant remplie par un liquide qui occupe l'espace entre le disque et la capsule

antérieure. Ce n'est que plus tard qu'un second disque, destiné à devenir la moitié antérieure du cristallin, se forme et vient s'appliquer contre la moitié postérieure déjà existante. Cette particularité singulière de la phacogénèse rend compte d'une anomalie singulière, qui a reçu de M. von Ammon le nom d'*hémiphacie,* et qui consiste dans l'absence de la moitié antérieure du cristallin. C'est là un simple arrêt de développement. Parfois aussi on trouve sur le bord du cristallin un sillon (sillon fœtal du cristallin), qui n'est qu'un arrêt de développement rappelant la formation de cet organe aux dépens de deux parties accolées [1].

Le mode de formation du corps vitré, tel que le décrit M. von Ammon, est aussi tout nouveau pour nous. Cet organe se montre au commencement du troisième mois de la vie fœtale sous la forme d'un petit appendice transparent de la capsule postérieure du cristallin, placé entre celle-ci et la rétine. C'est à ce moment encore une simple membrane, la hyaloïde. Cette membrane grandit sur la face postérieure du cristallin, mais de manière à laisser subsister un espace vide vers le bas, prenant ainsi la forme d'un fer à cheval. Cet espace devient plus tard, pendant la formation de la couronne ciliaire, un véritable canal (le canal hyaloïdien), par suite de la soudure des deux extrémités du fer à cheval qui se rapprochent l'une de l'autre. L'acte de la soudure est du reste précédé d'une tuméfaction de la membrane qui acquiert l'apparence d'une masse épaisse. Les deux extrémités du fer à cheval s'allongeant et se rapprochant l'une de l'autre autour de l'artère centrale de la rétine qui se rend au cristallin, cette artère se trouve au moment de la soudure enfermée dans le canal hyaloïdien. Cette artère s'oblitère, comme on sait, vers la fin du développement fœtal. Pendant quelque temps, un raphé indique encore la position de la ligne de soudure.

Le canal de Petit se forme par un étranglement ou repli circulaire de la membrane hyaloïde avant que l'union de l'*ora serrata* de la rétine avec les procès du bord ciliaire du corps vitré ait eu lieu.

La rétine, à en juger par les observations de M. von Ammon ne serait pas, comme on l'admet d'ordinaire, formée primitivement par le refoulement d'une membrane sur elle-même, comparable à la conformation d'un bonnet de coton. Dans la cavité de l'œil remplie de liquide cérébral, la

[1] Rappelons que chez certains animaux, les Céphalopodes, ce sillon persiste toujours, et même que chez eux le cristallin reste pendant toute la vie formé de deux parties anatomiquement distinctes. E. C.

rétine se formerait comme la substance du cerveau dans les vésicules cérébrales. Dans l'origine, cette rétine présente de nombreuses circonvolutions, comme la surface de l'encéphale humain, et le corps vitré envoie des prolongements dans ces anfractuosités. Ces circonvolutions s'effacent plus tard. Dans la première partie de son développement, la rétine présente dans sa partie inférieure une fente dirigée d'avant en arrière, qui correspond exactement à la fente fœtale bien connue des autres membranes du bulbe. Bientôt, cependant, les lèvres de cette fente se soudent, excepté à la place où doit venir s'insérer le nerf optique. Il subsiste là une ouverture ronde à bord crénelé et nommé par M. von Ammon *Ora serrata fœtalis optica*, par opposition à l'*Ora serrata ciliaris*. Le nerf optique (qui conserve, lui aussi, pendant longtemps une fente longitudinale sur sa partie inférieure) pénètre plus tard dans cette ouverture et forme la papille optique, qui se soude avec la rétine sur son pourtour. C'est ainsi que naît la place insensible.

Les limites de ce compte rendu nous empêchent malheureusement d'attirer l'attention sur d'autres points fort intéressants du développement de diverses parties de l'œil, et sur les considérations morphologiques par lesquelles M. von Ammon termine son travail. Nous nous contenterons de dire que l'auteur montre comment l'œil se forme au point de vue de ses membranes d'après le même type que le canal médullaire. Tous deux sont fendus longitudinalement sur leur face inférieure pendant les premières périodes du développement. Tous deux sont d'abord un sillon allongé dont les lèvres finissent par se souder, de manière à former dans l'un des cas un canal tubulaire, dans l'autre une sphère.

---

49. — C.-Th. von SIEBOLD ; UEBER DAS RECEPTACULUM, etc. SUR LE RÉCEPTACLE DE LA SEMENCE CHEZ LES URODÈLES FEMELLES. (*Zeitschrift für wiss. Zoologie*, IX, p. 464, 1858.)

M. de Siebold vient de confirmer complétement les observations remarquables que Schreiber faisait connaître en 1833 sur le développement de la salamandre noire des montagnes, et il les a enrichies de faits nouveaux plus singuliers encore. Cette salamandre est vivipare, et ne met jamais au monde plus de deux petits, longs de 22 lignes, et dépourvus de toute trace de branchies, bien qu'à l'état de fœtus ils soient ornés dans les utérus de la mère de branchies assez longues pour dépasser le niveau de leurs jambes postérieures. La mise au monde des jeunes a lieu dans les

saisons les plus diverses et même deux fois par an pour le même individu, bien que le mâle n'entre en rut qu'au printemps. Chaque fois que des petits doivent se former, quarante à soixante œufs descendent dans chaque utérus, et là ce n'est jamais que l'œuf le plus rapproché de l'orifice utérin qui se développe. Tous les autres se fondent en une masse commune qui doit servir plus tard de nourriture au jeune embryon. C'est là ce que Schreiber avait déjà constaté.

Comment la fécondation de ces œufs peut-elle avoir lieu à des époques où les organes générateurs des mâles ne renferment plus de semence? C'est la question que M. de Siebold s'est posée, et, *a priori*, il a déjà pensé pouvoir répondre que les salamandres noires s'accouplent au printemps, et que les zoospermes peuvent conserver leur vitalité dans l'appareil génital femelle pendant des mois entiers. L'observation a montré qu'il en est bien en effet ainsi. Les salamandres femelles sont munies d'un réceptacle de la semence tout à fait comparable à celui que M. de Siebold a fait connaître jadis chez les insectes, et qu'on a retrouvé depuis lors chez d'autres invertébrés. C'est le premier exemple connu de l'existence d'un organe semblable chez les vertébrés. Ce réceptacle est un organe pair, logé dans la paroi du cloaque entre les orifices utérins. Chaque réceptacle est formé par trente ou quarante tubes aveugles dans lesquels les zoospermes s'emmagasinent au moment de l'accouplement.

M. de Siebold s'est assuré que les choses se passent de la même manière chez la salamandre terrestre ordinaire (*S. maculosa*), et qu'en outre tous les tritons, bien que non vivipares, possèdent un réceptacle de la semence tout pareil.

---

50. — Richard OWEN; DESCRIPTION, etc. SUR LA NATURE SAURIENNE DES PLACODUS. (*Annals and Mag. of Nat. History*, octobre 1858, p. 288.)

Dans un travail présenté à la Société royale de Londres, M. Owen donne une esquisse de l'histoire de la découverte des fossiles rapportés par MM. Münster, Agassiz, Bronn et Meyer sous le nom générique de *Placodus*, à la famille des pycnodontes parmi les poissons ganoïdes, puis il expose les raisons anatomiques qui l'amènent à conclure que les Placodus ne sont point des poissons, mais des sauriens.

Cette opinion est basée sur les raisons suivantes : 1° Il existait chez ces animaux des narines osseuses externes distinctes, et séparées l'une

de l'autre par un processus ascendant du prémaxillaire. Ces narines sont limitées par le prémaxillaire, les maxillaires et les nasaux; 2° les orbites sont circonscrits dans leur partie inférieure par le maxillaire supérieur et les os malaires; 3° les fosses temporales sont grandes et larges, limitées au dehors par deux arcades zygomatiques formées, la supérieure par le post-frontal et le mastoïdien, l'inférieure par le malaire et le squameux; 4° l'os tympanique est formé par une pièce osseuse, avec une surface articulaire inférieure trochléaire; les dents sont limitées aux os prémaxillaires, maxillaires, palatins et ptérygoïdiens, dans la mâchoire supérieure, sans aucune trace de rangée vomérienne médiane, rangée qui caractérise les vrais pycnodontes. A ces caractères de reptiles, M. Owen en ajoute d'autres qui prouvent la parenté des Placodus avec l'ordre des lacertiens, surtout avec les *Simosaurus* du muschelkalk.

M. Owen remarque que l'aplatissement excessif des dents, si remarquablement larges des Placodus, et leur association constante avec les masses énormes de mollusques conchifères, qui ont donné lieu à la formation de noms tels que terrain conchylien, calcaire à térébratules, etc., semblent montrer que les Placodus se nourrissaient essentiellement de mollusques. A une rangée de dents unique de la mâchoire inférieure répond toujours une rangée double de la mâchoire supérieure, disposition très-favorable au brisement des coquilles. L'auteur remarque du reste qu'on connaît des lézards d'Australie, les Cyclodus, dont les larges dents aplaties rappellent tout à fait celles des Placodus.

---

51. — A. Kœlliker; Ueber Kopfkiemer, etc. Sur les vers céphalobranches munis d'yeux sur les branchies. (*Zeitschrift f. wiss. Zool.*, IX, 1858, p. 536.)

M. Kölliker a trouvé sur les côtes d'Ecosse un annélide céphalobranche, auquel il donne le nom de *Branchiomma Dalyelli*, et qui offre la particularité singulière de porter des yeux sur les branchies. Cet animal avait déjà été décrit par Dalyell sous le nom d'*Amphitrite Bombyx*. Les rayons primaires des branchies sont insérés sur une collerette semicirculaire, à peu près comme chez les cristatelles. Chacun d'eux porte 18 à 20 paires de taches de pigment, qui font saillie en coupole à la surface, et dans lesquelles l'examen microscopique dévoile des yeux véritables et même des *yeux composés*. Chacun d'eux renferme 15 ou 18 corps réfringents qui rappellent les cônes cristallins des yeux des insectes,

et sont séparés les uns des autres par une couche de pigment. Ces corps sont revêtus en commun par la cuticule. Cette découverte est intéressante, puisque c'est la première fois qu'on trouve des yeux composés chez des annélides. Jusqu'ici l'on croyait cette forme des organes visuels restreinte exclusivement aux articulés.

Les yeux des Branchiomma sont protégés chacun par une espèce de paupière.

---

52. — SPENCE BATE; ON PRANIZA, etc. SUR LES PRANIZA ET LES ANCÉES ET LEURS AFFINITÉS MUTUELLES. (*Annals and Mag. of nat. History*, septembre 1858, p. 165.)

Dans une note présentée il n'y a pas longtemps à l'Académie des sciences de Paris (*Comptes rendus,* mars 1858), M. Hesse annonçait avoir reconnu que les Ancées et les Praniza sont, les premiers la forme adulte, et les seconds la forme jeune d'un seul et même crustacé isopode. Les recherches de M. Spence Bate permettent de supposer qu'il s'est glissé quelque erreur dans les observations du naturaliste français. En effet, M. Spence Bate s'est assuré que les Praniza sont des animaux adultes pondant des œufs d'où sortent des larves très-peu semblables à leurs parents, mais ressemblant en revanche beaucoup aux Ancées. Il n'est, par conséquent, pas possible d'admettre que les Praniza soient de jeunes Ancées. S'il est donc vrai, comme M. Hesse le prétend, que les Ancées soient des animaux adultes susceptibles de pondre des œufs, ce sont des crustacés génériquement bien différents des Praniza. Il est possible, toutefois, que les larves des deux genres se ressemblent beaucoup. Les mâles des uns et des autres seraient encore inconnus.

---

53. — Prof. LEUCKART; WEITERE BEOBACHTUNGEN, etc. NOUVELLES OBSERVATIONS SUR LES PHASES EMBRYONNAIRES ET LE DÉVELOPPEMENT DU PENTASTOMUM TÆNIOIDES. (*Henle's und Pfeuffer's Zeitschr. f. rat. Medizin.* 3me série, IV, 78.)

En 1857, M. Leuckart annonçait déjà comme vraisemblable la transformation de la linguatule (*Pentastomum denticulatum*) qui vit en parasite dans les viscères abdominaux de plusieurs mammifères et même de l'homme, en celle (*P. tænioides*) qu'on trouve dans la cavité nasale des chiens. Aujourd'hui, il publie en détail de nouvelles expériences qui

confirment cette manière de voir, et montrent à n'en pas douter que le *Pentastomum denticulatum* n'est qu'une phase larvaire du *P. tænioides*. Ces expériences ont consisté à infester des chiens de *P. tænioides*, en leur faisant avaler des *P. denticulatum*, et à infester des lapins de *P. denticulatum*, en leur faisant manger des œufs de *P. tænioides*.

Les résultats principaux du mémoire de M. Leuckart peuvent se résumer de la manière suivante :

1° La linguatule, qu'on rencontre sous le nom de *P. tænioides* dans la cavité nasale du chien et du loup, vit pendant son jeune âge dans les viscères (surtout le foie et les poumons) des lapins et d'autres mammifères (parfois même de l'homme).

2° Le développement de cette linguatule est une simple métamorphose dans laquelle on peut distinguer les quatre phases suivantes : *a*) La phase embryonnaire pendant laquelle la linguatule est munie d'appareils forants et de pieds crochus ; *b*) la phase d'enkystement et d'immobilité ; *c*) la phase de *Pentastomum denticulatum* avec ses couronnes d'épines et ses doubles crochets, dont l'un est mobile ; c'est la phase larvaire proprement dite ; *d*) enfin la phase de *P. tænioides*, privée de couronnes d'épines, et munie de crochets mobiles simples.

3° Ce développement exige dans sa totalité un espace de temps d'environ une année, dont la plus grande partie est consacrée à la forme larvaire (*P. denticulatum*), et dont la plus petite fraction est employée à la transformation dans la phase adulte. Les mâles atteignent leur maturité plus rapidement que les femelles.

4° L'embryon et la larve sont organisés en vue d'une migration active, grâce à la présence d'organes moteurs spéciaux et provisoires qui les mettent en état de changer de place dans l'intérieur du même animal ou même de passer d'un hôte à un autre.

5° La première introduction du parasite dans un mammifère a lieu par voie toute passive, les œufs venant à être absorbés par cet animal et introduits dans l'estomac avec sa nourriture.

---

54. — Dr PAGENSTECHER ; UEBER PERLENBILDUNG. SUR LA FORMATION DES PERLES. (*Zeitschrift für wiss. Zoologie*, 1858, IX, p. 496.)

M. Pagenstecher a profité de l'existence de l'*Unio margaritifer* dans un petit affluent du Neckar, près de Heidelberg, pour étudier à son tour la question si souvent controversée, durant ces dernières années, de la

cause de la formation des perles. Le résultat de ses recherches est que la théorie de M. de Filippi, qui fait du noyau de chaque perle un trématode ou un autre parasite, ne peut être admise dans sa généralité. Quelquefois, le noyau est une production du mollusque lui-même, un paquet de mucosité, par exemple. Le plus souvent, il est formé par un petit fragment brisé de la coquille, autour duquel se déposent les couches incrustantes. La nature de ces dernières est comme le carnet de voyage de la perle dans le manteau. On en peut déduire, en effet, les positions successives qu'a occupées la perle en voie de formation. Certaines perles offrent une succession de couches inverse de celle de la coquille, comme M. Möbius l'a déjà remarqué; au centre est une couche de chitine (conchioline R.), puis autour de celle-ci est déposée une couche de prismes, et enfin, à l'extérieur, on trouve une couche de nacre. Mais cet ordre de succession n'est point constant.

Dans ce mémoire, M. Pagenstecher étudie aussi la manière dont a lieu la sécrétion de la coquille aux points d'attache des muscles des valves. Le manteau présentant une fente par laquelle passe le muscle pour venir se fixer à la valve, et le manteau étant le seul organe susceptible de sécréter la substance de la coquille, on comprend que l'épaisseur de la valve ne puisse augmenter au point d'attache du muscle. De là l'enfoncement de l'impression musculaire. A la longue, cette impression devrait paraître extrêmement profonde par suite de la formation de nouvelles couches de coquilles tout autour d'elle, si le muscle ne changeait pas de position. Toutefois, la croissance de l'animal est accompagnée d'un déplacement du muscle dont la conséquence est que l'impression musculaire n'est point simplement une fosse ovale, mais une bande enfoncée qui s'élargit à mesure qu'on s'éloigne de la charnière.

---

55. — D[r] von HESSLING; UEBER DIE URSACHEN, etc. SUR LES CAUSES DE LA FORMATION DES PERLES CHEZ L'UNIO MARGARITIFER. (*Zeitschrift für wiss. Zoologie*, 1858, tome IX, p. 543.)

Dans cette note, M. de Hessling se prononce de nouveau contre la théorie de M. de Filippi. La genèse des perles a lieu *presque* toujours, selon l'auteur, dans le manteau, et il lui assigne deux espèces de causes, les unes externes, les autres internes. Les premières, qui sont les plus rares, se résument dans l'introduction de corps étrangers (petites pierres, débris de végétaux, etc.) dans les ouvertures du système circulatoire. Ces corps

s'arrêtent dans les vaisseaux où ils sont entourés d'un dépôt calcaire. Les causes internes sont les plus fréquentes, et dépendent du mode de formation et de croissance de la coquille. Ce sont, dans ce cas, des granules de la substance du périostracum qui forment le noyau de la perle, granules qui n'ont pas été utilisés pour former la couche externe de la coquille.

La beauté de la perle varie avec l'endroit où elle est formée, car c'est de son lieu de formation que dépend la nature des couches qui la composent. Celles dont les noyaux étaient placés dans la région du manteau qui sécrète la belle couche de nacre, présentent le bel éclat nacré propre aux perles de belle eau. Celles dont les noyaux étaient placés dans la région qui sécrète les prismes, ou dans celle qui dépose le périostracum, offrent une apparence qui répond à la nature des produits de ces régions.

---

56. — Dr Ed. PFLUEGER ; EXPERIMENTALBEITRAG, etc. NOUVELLES EXPÉRIENCES RELATIVES A LA THÉORIE DES NERFS D'ARRÊT. (*Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv für Anat.*, 1859, p. 13.)

M. Ed. Weber a été le premier à constater que l'irritation des nerfs vagues a pour effet le ralentissement et même la suspension diastolique des mouvements du cœur. Depuis lors, M. Pflüger a trouvé un second exemple de ce mode d'action si remarquable qui caractérise certains nerfs ; il a montré que l'irritation des nerfs splanchniques a pour effet la suspension du mouvement péristaltique de l'intestin. Ce sont ces faits-là qui ont donné accès dans la science physiologique à la doctrine de l'antagonisme nerveux.

Dans un traité de physiologie dont les premières livraisons seulement ont paru, M. Schiff s'est prononcé contre la doctrine des nerfs d'arrêt. Suivant lui, les nerfs vagues excités par de faibles courants galvaniques produiraient une accélération des battements rhythmiques du cœur, et la suspension de ces battements par l'effet de courants plus forts proviendrait simplement de l'épuisement des nerfs vagues. M. Pflüger a entrepris toute une longue série d'expériences, qui nous paraissent fort concluantes, pour réfuter cette interprétation de M. Schiff. Il résulte de ces expériences que les courants très-faibles appliqués aux nerfs vagues n'exercent aucune action sensible sur les mouvements du cœur, mais que, dès que ces courants sont assez forts pour exercer une influence appréciable, le résultat est un ralentissement, et non une accélération du rhythme. Remarquons du reste avec M. Pflüger que la section des nerfs

vagues a pour effet, comme chacun le sait, l'accélération des mouvements du cœur. Or, si la manière de voir de M. Schiff était exacte, il en résulterait, fait inouï en physiologie, que l'excitation et la paralysie d'un même nerf auraient exactement le même effet sur l'organe dans lequel ce nerf se distribue.

---

57. — Dr Emile HABER; UEBER DIE WIRKUNGEN, etc. DE L'ACTION DU CURARE SUR LE SYSTÈME NERVEUX CÉRÉBROSPINAL. (*Archiv für Anat. u. Phys.*, 1859, p. 98.)

Les expériences nombreuses et intéressantes de M. Haber montrent que, sous l'influence toxique du curare, la moelle épinière perd ses propriétés fonctionnelles bien plus tôt que les troncs nerveux, et qu'il n'est point exact de dire avec MM. Cl. Bernard et E. Pelikan que l'empoisonnement par le curare chemine graduellement des extrémités périphériques des nerfs jusqu'aux troncs nerveux, et enfin à la moelle. Les extrémités périphériques sont paralysées en première ligne et les centres nerveux en seconde ligne, mais au moment où ces centres ont déjà perdu toutes leurs fonctions, les troncs nerveux sont encore excitables par un courant très-faible de l'appareil d'induction de M. du Bois-Reymond. L'intégrité des fonctions des troncs nerveux persiste même si longtemps, que M. Haber pense pouvoir conclure que le curare n'agit en aucune façon par l'intermédiaire du sang sur les troncs des nerfs moteurs.

Par contre, l'application directe du curare sur les troncs nerveux moteurs fait disparaître l'irritabilité de ceux-ci au bout d'un temps plus ou moins long.

58.—Albany HANCOCK; REMARKS, etc. REMARQUES SUR CERTAINS FOSSILES VERMIFORMES TROUVÉS DANS LES DISTRICTS DE CALCAIRE DE MONTAGNE DU NORD DE L'ANGLETERRE. (*Annals and Mag. of nat. History*, 1858, p. 443-456.)

On trouve en abondance, dans la formation carbonifère du nord de l'Angleterre, des traces vermiformes qui ont été considérées par MM. Wood et John Dikson et par Edward Forbes comme étant des restes d'annélides fossiles. M. Albany Hancock vient montrer maintenant que ces traces doivent être considérées comme des sillons faits par de petits crustacés. On trouve aujourd'hui sur divers points de la côte d'Angleterre des empreintes vermiformes dans le sable, empreintes qui concordent complète-

ment avec ces traces de la période carbonifère. Les plus fréquentes d'entre elles ont la forme de rubans, longs parfois de plusieurs pieds, très-bizarrement contournés et ornés d'un sillon médian. D'autres ressemblent à une succession de nodules en forme de chapelet, d'autres présentent des zigzags, etc; bref, il y en a de formes très-diverses.

Pendant longtemps, M. Hancock chercha vainement la cause de ces traces sur le sable. Enfin le mystère s'éclaircit. Au commencement du reflux, la plage sablonneuse est parfaitement lisse et unie. Bientôt, toutefois, on voit les premières traces apparaître comme par enchantement. Si l'on fixe alors des yeux l'une des extrémités de l'un des rubans en voie de formation, on voit le sable se soulever, s'agiter doucement, et la trace s'allonger d'un demi-pouce, puis tout redevient immobile. Au bout de deux ou trois minutes, le phénomène se répète, et ainsi de suite. Ces mouvements sont dus à divers petits crustacés amphipodes qui se creusent des canaux souterrains, et dont deux ont reçu de M. Spence Bate les noms de *Sulcator arenarius* et de *Kröyeria arenaria*. Sans entrer ici dans le détail du mode de formation de chacune des espèces de traces que nous avons mentionnées, nous rapporterons la manière dont se forme la plus fréquente. Le petit crustacé se pousse en avant immédiatement au-dessous de la surface, et produit ainsi une espèce de tunnel à voûte arquée. Mais le sable étant incohérent, le milieu de la voûte s'affaisse immédiatement derrière l'animal à mesure que celui-ci avance, et c'est ainsi que la trace se munit de son sillon médian.

M. Hancock termine en remarquant qu'il n'est point improbable que les crustacés paléozoïques dont nous retrouvons aujourd'hui les traces sur les anciens rivages aient été les trilobites.

---

59. — Rud. HEIDENHAIN ; ERÖRTERUNGEN, etc. ; EXAMEN DES CAUSES DES MOUVEMENTS DU CŒUR CHEZ LES GRENOUILLES. (*Archiv für Anat. und Physiol.* 1858, page 479.)

Il y a déjà quelques années que M. Stannius fut amené par des expériences aux résultats suivants :

1° Lorsqu'on appose une ligature à la limite de séparation du sinus des veines caves et de l'oreillette droite, on voit les pulsations du cœur cesser, l'organe étant dans la diastole, tandis que les trois veines caves et le sinus veineux continuent à battre.

2° Lorsqu'on rapproche la ligature de l'*ostium venosum*, le ventri-

cule et la partie adjacente des oreillettes restent immobiles, tandis que tout ce qui se trouve placé au-dessus de la ligature continue à battre. Même lorsque la ligature est apposée immédiatement auprès de la limite du ventricule, on voit les mouvements de celui-ci cesser, pourvu du moins que la ligature ne soit pas apposée sur cette limite même.

3° Place-t-on une ligature sur la limite même du ventricule et des oreillettes, les deux moitiés du cœur continuent à battre ; seulement on compte deux à trois pulsations des oreillettes pour une du ventricule.

4° Lorsqu'on a amené le cœur à l'état de repos par l'apposition d'une ligature à la limite du sinus des veines caves et de l'oreillette droite on peut faire reparaître des contractions par des irritations mécaniques ou galvaniques quelconques.

5° Le cœur étant amené à l'état de repos par le moyen que nous venons d'indiquer, l'apposition d'une seconde ligature sur la limite atrio-ventriculaire fait reparaître les contractions du ventricule, tandis que les oreillettes restent immobiles.

6° Enfin M. Stannius vit qu'un ventricule isolé par un coup de ciseaux mené par le sillon atrio-ventriculaire continue à battre.

M. Stannius s'était contenté (en 1852) de rapporter ces faits en ajoutant qu'ils ont sans doute leur cause dans l'existence de deux espèces d'organes nerveux centraux du cœur, dont l'une aurait pour effet d'arrêter, l'autre d'activer les mouvements du cœur. M. Bidder chercha aussi à expliquer ces phénomènes par l'existence d'organes centraux de deux espèces, mais dans un autre sens. Les ganglions qui sont disséminés dans la paroi des oreillettes président pour lui aux mouvements spontanés du cœur, tandis que les deux ganglions qu'il a découverts sur le bord supérieur du ventricule n'auraient qu'un pouvoir réflexe.

M. Eckhard a repris récemment ces expériences en remplaçant la ligature par une séparation complète à l'aide d'un coup de ciseaux. Il croit pouvoir conclure que la suppression des ganglions placé à la limite du sinus veineux et de l'oreillette amène l'arrêt des mouvements du cœur, et que ces ganglions sont donc les seuls qui soient doués d'un pouvoir automatique. Les ganglions de Bidder, ou ganglions ventriculaires, n'auraient par suite, comme M. Bidder le croyait, qu'un pouvoir réflexe.

C'est contre ces conclusions de M. Eckhard que sont dirigées les nouvelles recherches de M. Heidenhain. Ce savant s'est assuré, en effet, que l'arrêt des mouvements du cœur, par suite de la ligature ou de la section n'est que momentané. Au bout d'un certain temps on voit les pulsations

reparaître, d'abord isolées et séparées les unes des autres par des intervalles de plusieurs minutes, puis de plus en plus fréquentes. Tous les ganglions du cœur paraissent donc posséder à la fois le pouvoir moteur spontané et le pouvoir réflexe. La section n'agit que par la contusion qu'elle opère, car plus les ciseaux qu'on emploie sont affilés moins l'arrêt des mouvements est complet. Aussi les résultats sont-ils plus sûrs et évidents par la ligature. Mais d'où vient cette suppression momentanée des mouvements du cœur, suppression qui dure parfois près d'une demi-heure, à la suite d'une action mécanique sur la limite du sinus veineux et de l'oreillette ? M. Heidenhain pense que les ligatures agissent comme un agent mécanique violent qui irrite les nerfs comprimés. A la limite du sinus veineux et de l'oreillette, c'est l'appareil d'arrêt des mouvements du cœur[1] qui domine ; à la limite atrio-ventriculaire, c'est au contraire l'appareil incitateur des mouvements, comme cela ressort du fait que l'irritation galvanique appliquée à la première région produit la suppression des pulsations, mais qu'elle les augmente lorsqu'elle est appliquée à la seconde. C'est ce qui explique pourquoi les mouvements du cœur étant supprimés par une première ligature placée entre le sinus et l'oreillette, on les voit reparaître dès qu'on place une seconde ligature sur la limite atrio-ventriculaire.

Après l'enlèvement des ganglions de Bidder le ventricule montre encore des contractions sous l'influence d'excitations extérieures, et M. Eckhard pense que ces contractions n'ont rien à faire avec les mouvements réflexes ordinaires, mais qu'elles sont le résultat d'un mécanisme particulier indépendant des éléments nerveux. Cette manière de voir se base sur la réapparition de mouvements *rhythmiques* dans un ventricule privé de ses ganglions de Bidder, et intercalé dans le circuit d'une pile à courant *constant*. M. Heidenhain montre que cette expérience ne permet point de tirer des conclusions semblables à celles de M. Eckhard. En effet, les études récentes de M. Pflüger sur l'action tétanisante des courants continus constants nous montrent des phénomènes analogues dans les autres organes moteurs du corps. Le cœur se comporte sous l'action des courants continus tout à fait de la même manière que sous celle des courants intermittents.

Il ne faut pas oublier que dans toutes ces expériences l'effet des liga-

[1] On se souvient qu'il est aujourd'hui démontré que l'irritation du nerf vague a pour effet l'arrêt du mouvement rhythmique du cœur.

tures sur l'appareil d'arrêt des mouvements du cœur doit être probablement rapporté moins à l'action contondante sur les fibres mêmes du nerf vague, que sur les cellules nerveuses qui sont intercalées dans le parcours des derniers rameaux périphériques de ce nerf.

---

60. — Emilio CORNALIA et Paolo PANCERI ; OSSERVAZIONI, etc. OBSERVATIONS ZOOLOGICO-ANATOMIQUES SUR UN NOUVEAU GENRE DE CRUSTACÉS ISOPODES SÉDENTAIRES : GYGE BRANCHIALIS. (*Mem. della Reale Academia delle Scienze di Torino*, XIX, 1858.)

Le crustacé qui fait le sujet de ce mémoire est un petit animal de la tribu des Bopyrides ; il vit en parasite dans la cavité branchiale d'un décapode macroure fort commun dans les lagunes de Venise, et appartenant au genre Gébia. Les Gébias qui hébergent un semblable parasite se reconnaissent de suite à la présence d'une tumeur de céphalothorax, tumeur qui répond à la place qu'occupe le *Gyge* dans la cavité branchiale. Celui-ci est appliqué par sa surface ventrale contre la paroi chitineuse du céphalothorax, tandis que son dos est appliqué contre la superficie convexe des branchies. Il en résulte que son dos est concave et son ventre convexe. En outre son corps est asymétrique, l'un des côtés étant plus long que l'autre. Le côté le plus long est tantôt le droit, tantôt le gauche, selon que le parasite habite la cavité branchiale droite ou gauche.

MM. Cornalia et Panceri ont étudié avec beaucoup de soin la structure anatomique et le développement larvaire de ce singnlier isopode. Chez lui, comme en général chez les bopyrides, le mâle est très-différent de la femelle. Il est environ douze fois plus petit que celle-ci, et réside volontiers sur ses organes copulateurs. Le point le plus remarquable de l'histoire génétique du *Gyge branchialis* est sans contredit relatif à la position du vitellus par rapport à l'embryon. En effet, d'après MM. Cornalia et Panceri le vitellus du *Gyge* serait *ventral*, tandis qu'il est *dorsal*, comme on le sait, chez tous les autres crustacés et même en général chez tous les arthropodes. Les Idotées, les Lygées, les Janires et les autres isopodes voisins des *Gyge* ont en particulier le vitellus dorsal, ainsi que cela résulte des recherches de M. Rathke.

Les auteurs terminent leur mémoire par un synopsis des genres et des espèces de la tribu des Bopyrites.

---

61. — H.-J. CARTER; ON FECONDATION, etc. SUR LA FÉCONDATION CHEZ LES EUDORINA ET LES CRYPTOGLENA[1]. (*Annals and Mag. of Nat. History*, octobre 1858.)

L'*Eudorina elegans* se rencontre le plus souvent sous la forme de familles ovoïdes de seize individus, ou *cellules*, pour employer le terme usité ici par les micrographes. Chacune de ces cellules est armée de deux flagellum qui percent l'enveloppe gélatineuse commune. Cet état est celui que M. Carter désigne sous le nom de première phase du développement. Dans la seconde phase, chaque cellule se divise en deux, de sorte que la famille se compose de trente-deux individus. En outre les cellules s'éloignent les unes des autres, et, ne se comprimant plus mutuellement, deviennent sphériques. Chacune d'elles s'entoure alors d'une capsule propre, transparente. La troisième et dernière phase est inaugurée par la division rapide de chacune de ces trente-deux cellules en seize ou en trente-deux. On voit alors ces seize ou trente-deux groupes de seize ou trente-deux individus chacun, nager pendant quelques temps dans l'enveloppe commune, puis celle-ci se dissout et les nouvelles familles se trouvent libres.

Tel est le mode agamogénétique de reproduction. Mais dans certains cas on observe une véritable imprégnation semblable à celle que M. Cohn a décrite chez les Volvox. Dans ces cas-là, selon M. Carter, l'évolution que nous venons d'esquisser s'arrête à la seconde phase. Puis chacune des quatre cellules les plus antérieures de la famille ovoïde, cellules qui sont destinées à jouer le rôle mâle dans la fécondation, se divise rapidement en soixante-quatre petits segments pyriformes, munis chacun de deux flagellum et d'une tache dite oculaire. La cellule-mère vit encore et agite encore ses flagellum à un moment où ce faisceau de microgonidies, qu'on peut appeler de véritables spermatozoïdes, est déjà formé. Elle finit pourtant par périr et les spermatozoïdes sont mis en liberté. Ceux-ci sont très-mobiles, changeant de forme par élongation et par contraction comme les Euglènes. Leur rostre est incolore, mais le reste du corps est coloré par de la chlorophylle. Ils s'approchent des cellules qui n'ont pas subi les changements que nous venons de décrire, et qui sont les cellules femelles. Ils s'appliquent contre elles et paraissent finir par s'amalgamer à elles,

[1] Nous publions cette analyse dans cette partie du Bulletin, parce que l'existence d'une vésicule contractile douée de pulsations rhythmiques nous fait ranger les Eudorines et les Cryptoglènes parmi les infusoires flagellés plutôt que parmi les Algues.

bien que M. Carter n'ait pu constater par quel moyen ils pénètrent au travers de l'enveloppe résistante de ces cellules, enveloppe qui ne paraît présenter aucun micropyle. Les observations de M. Carter s'arrêtent là. Il est probable que cette fécondation une fois opérée, les Eudorines passent par des phases analogues à celles que M. Busk et M. Cohn ont signalées chez les Volvox.

M. Carter décrit aussi la fécondation d'une nouvelle espèce de Cryptoglena (*C. lenticularis*) qu'il a découverte près de Bombay. Il a vu fréquemment cet organisme (qu'il considère comme une algue, mais que nous classons plus volontiers parmi les infusoires flagellés) se débarrasser de deux moitiés de sa carapace lenticulaire après avoir subi une subdivision binaire en deux, quatre, huit, seize, trente-deux ou soixante-quatre gonidies. Ces groupes sortaient de leur carapace enveloppés d'une membrane gélatineuse commune qui se distendait sous l'action de l'eau[1] au point d'acquérir un diamètre double ou triple de celui de la carapace primitive. Dans cet état, il était impossible de distinguer cette Cryptoglène des phases correspondantes des Chlamydococcus. M. Carter remarqua que les individus qui n'avaient subi qu'une simple division en deux macrogonidies étaient toujours entourés d'un essaim de très-petites microgonidies tout à fait semblables à celles qui résultaient de la subdivision d'un individu en soixante-quatre segments. M. Carter ayant observé la pénétration de plusieurs macrogonidies par ces microgonidies jusqu'à complète incorporation, on ne peut guère douter que celles-ci ne jouent le rôle de spermatozoïdes. Du reste, l'auteur a cru reconnaître que les cellules issues de la division en quatre jouent le rôle d'individus femelles aussi bien que celles qui sont issues de la division en deux. L'acte même de la pénétration des macrogonidies par les spermatozoïdes, tel qu'il est décrit par M. Carter, nous a rappelé tout à fait l'acte correspondant observé par M. Pringsheim chez les Œdogonium et les Vauchéries.

[1] Comme cela a lieu, du reste, pour les microgonidies d'Hydrodictyon et les zoospores de la plupart des Algues. (R.)

Errata du numéro de mars 1859.

Page 236, ligne 33, *au lieu de* dix troncs, *lisez* des troncs.
Page 237, ligne 20, *au lieu de* cinq pieds, *lisez* cinq pouces.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

SOUS LA DIRECTION DE M. LE PROFESSEUR E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE MARS 1859.

Le 2, forte gelée blanche.

3, forte gelée blanche; à 11 h. 30 m. halo solaire partiel.

7, forte gelée blanche.

11, forte gelée blanche; à 1 h. 50 m. le vent tourne du N. au SSO. et souffle avec violence de cette direction; dans l'espace de 10 min. la température s'élève de 5°.

12, couronne lunaire dans la soirée.

17, gelée blanche.

18, id.

21, forte gelée blanche.

28, gelée blanche.

31, quelques flocons de neige à plusieurs reprises dans la matinée.

Température du Rhône.

1re décade,	+ 6°,56
2me »	+ 6°,85
3me »	+ 6°,77
Mois	+ 6°,72

Maximum, le 29, + 7°,6. Minimum, le 1 et le 2, + 5°,7.

Genève. — Mars 1859.

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°.				TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES.						FRACTION DE SATURATION.				EAU dans les	VENT	Clarté moy. du	Limnimètre
	8 h. du m.	Midi.	4 h. du soir	8 h. du soir	8 h. m.	Midi.	4 h. d. s.	8 h. d. s.	Minim	Maxim.	8 h. m	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	24 h	dominant.	Ciel.	
	millim	millim.	millim	millim.											mm.			pouces.
1	734,00	734,45	733,94	734,68	+ 1,2	+ 4,5	+ 6,6	+ 2,2	− 1,1	+ 7,0	0,78	0,61	0,56	0,76	»	N. 1	0,04	25,2
2	734,54	733,58	732,35	733,22	− 1,5	+ 6,2	+ 6,0	+ 4,6	− 3,7	+12,2	0,93	0,60	0,76	0,79	»	N. 1	0,30	25,7
3	734,62	733,85	732,97	734,13	− 0,4	+12,5	+13,6	+ 8,4	− 1,9	+14,8	0,93	0,52	0,40	0,64	»	variab.	0,69	25,3
4	737,23	737,31	736,47	736,74	+ 3,8	+12,2	+11,7	+ 9,4	+ 1,0	+13,9	0,87	0,50	0,49	0,67	0,3	N. 1	0,66	25,2
5	736,23	735,69	734,52	736,09	+ 6,9	+10,6	+13,9	+11,2	+ 6,0	+15,4	0,86	0,65	0,61	0,74	»	N. 1	0,29	25,3
6	735,91	734,74	733,29	732,72	+ 2,5	+13,7	+10,3	+ 6,8	+ 1,3	+14,2	1,00	0,65	0,78	0,90	»	N. 1	0,13	25,7
7	730,80	729,56	727,56	727,06	+ 2,0	+10,8	+ 9,0	+ 6,8	− 0,9	+13,9	0,93	0,48	0,71	0,69	»	N. 1	0,03	25,3
8	726,86	726,41	728,76	730,78	+ 9,5	+17,8	+ 9,8	+ 7,6	+ 6,3	+19,0	0,60	0,38	0,67	0,64	1,2	SSO. 3	0,80	26,0
9	733,23	733,24	733,25	735,24	+ 4,2	+ 6,6	+ 7,1	+ 3,4	+ 2,5	+ 8,0	0,60	0,45	0,39	0,46	»	NNE. 2	0,13	27,0
10	735,68	736,27	735,08	735,94	+ 1,4	+ 4,8	+ 7,3	+ 3,6	+ 0,3	+ 7,6	0,67	0,55	0,40	0,69	»	N. 1	0,01	26,7
11	735,95	734,94	732,83	734,18	− 0,4	+ 9,5	+15,0	+ 9,7	− 3,4	+16,1	0,89	0,47	0,22	0,28	»	SSO. 1	0,00	26,3
12	735,08	734,23	732,64	732,97	+ 5,1	+17,8	+16,5	+12,0	− 1,0	+18,7	0,57	0,16	0,19	0,36	»	SSO. 1	0,66	26,0
13	732,43	731,90	730,75	731,51	+10,8	+18,3	+18,1	+14,6	+ 8,0	+21,3	0,52	0,23	0,38	0,43	0,3	SSO. 2	0,86	26,2
14	728,53	726,45	723,51	722,45	+11,6	+19,8	+20,2	+14,7	+ 7,3	+21,9	0,69	0,61	0,29	0,49	»	SO. 2	0,22	26,5
15	720,66	721,78	722,28	723,96	+ 8,1	+ 9,8	+ 7,6	+ 6,2	+ 5,5	+14,0	0,51	0,45	0,73	0,75	0,1	SSO. 2	0,88	26,7
16	729,04	730,12	730,10	731,35	+ 5,8	+ 8,8	+ 8,8	+ 5,5	+ 3,2	+ 9,8	0,60	0,40	0,40	0,61	»	N. 1	0,32	26,3
17	731,05	729,86	727,75	727,48	+ 1,6	+ 7,0	+ 9,6	+ 6,1	− 2,0	+10,1	0,75	0,53	0,41	0,77	»	N. 1	0,19	28,0
18	724,34	722,70	721,09	722,46	+ 4,8	+15,2	+14,9	+ 9,3	− 0,7	+16,7	0,74	0,25	0,32	0,60	»	SSO. 2	0,58	27,5
19	724,93	725,60	726,76	729,04	+ 4,0	+ 7,1	+ 7,8	+ 6,1	+ 3,4	+ 9,1	0,97	0,69	0,62	0,70	8,1	NNE. 3	0,99	28,8
20	732,25	733,26	732,80	733,53	+ 5,3	+ 6,7	+ 8,0	+ 7,0	+ 4,8	+ 8,7	0,62	0,68	0,63	0,69	»	N. 2	0,87	28,5
21	731,66	728,81	725,20	724,84	+ 3,0	+11,8	+15,0	+ 9,4	− 0,6	+16,8	0,92	0,55	0,30	0,57	»	SSO. 2	0,32	28,2
22	724,59	724,66	725,00	726,29	+ 4,3	+10,7	+ 8,2	+ 4,1	+ 1,9	+11,3	0,86	0,50	0,65	0,62	0,1	NNE 3	0,74	28,5
23	725,65	725,74	725,22	726,45	+ 1,8	+ 4,2	+ 5,4	+ 3,5			0,69	0,50	0,43	0,54	»	NNE 3	0,17	30,5
24	728,01	727,49	726,66	727,74	+ 1,0	+ 7,0	+ 9,5	+ 7,6	− 1,2	+10,3	0,82	0,48	0,40	0,64	»	S. 1	0,50	28,0
25	726,80	726,56	725,61	726,48	+ 6,5	+11,2	+ 8,6	+ 8,7	+ 5,0	+12,5	0,81	0,58	0,78	0,65	»	N. 1	0,92	28,0
26	726,10	725,26	724,72	726,15	+ 8,4	+14,8	+12,8	+ 9,8	+ 5,9	+16,2	0,63	0,42	0,44	0,64	»	N. 1	0,83	28,2
27	727,24	726,76	725,40	726,16	+ 6,2	+11,0	+12,2	+ 9,1	+ 2,0	+13,0	0,77	0,49	0,43	0,62	»	N. 1	0,06	28,3
28	726,05	724,36	723,00	723,21	+ 5,1	+15,2	+15,8	+11,5	+ 0,5	+16,5	0,81	0,42	0,42	0,62	»	SSO. 2	0,10	28,7
29	721,04	718,85	715,42	715,91	+11,2	+13,7	+16,4	+10,0	+ 6,3		0,58	0,46	0,35	0,59	1,8	SSO. 2	0,88	28,3
30	711,64	713,35	714,39	716,06	+ 5,4	+ 5,0	+ 4,8	+ 5,0	+ 3,2	+ 7,0	0,91	0,85	0,78	0,70	20,1	SSO. 2	0,93	27,7
31	718,99	721,56	723,81	726,73	+ 3,2	+ 3,8	+ 4,3	+ 2,9	+ 1,2	+ 5,6	0,68	0,51	0,54	0,54	0,1	N. 1	0,71	30,0

Moyennes du mois de Mars 1859.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	733,37	733,88	734,02	733,51	732,93	732,82	733,24	733,66	733,85
2e »	729,16	729,43	729,53	729,08	728,43	728,05	728,33	728,89	729,07
3e »	723,98	724,35	724,43	723,95	723,33	723,13	723,47	724,18	724,38
Mois...	728,68	729,06	729,17	728,66	728,07	727,84	728,19	728,76	728,95

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
1re décade,	+ 1,70	+ 2,96	+ 7,84	+ 9,97	+10,49	+ 9,53	+ 8,28	+ 6,40	+ 4,75
2e »	+ 3,59	+ 5,67	+ 9,68	+12,00	+13,14	+12,65	+10,73	+ 9,12	+ 8,00
3e »	+ 3,11	+ 5,19	+ 8,16	+ 9,76	+10,38	+10,27	+ 9,23	+ 7,42	+ 6,01
Mois...	+ 2,81	+ 4,63	+ 8,55	+10,60	+11,30	+10,80	+ 9,41	+ 7,64	+ 6,25

Tension de la vapeur.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade,	4,35	4,62	5,01	5,00	5,16	5,17	5,21	5,10	4,99
2e »	4,42	4,78	4,52	4,54	3,92	4,26	4,59	4,79	4,78
3e »	4,79	5,09	4,77	4,69	4,66	4,56	4,68	4,80	4,95
Mois....	4,53	4,84	4,77	4,74	4,58	4,62	4,82	4,89	4,91

Fraction de saturation.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
1re décade,	0,84	0,82	0,63	0,54	0,53	0,58	0,63	0,70	0,77
2e »	0,76	0,69	0,52	0,45	0,38	0,42	0,50	0,57	0,60
3e »	0,83	0,77	0,58	0,52	0,51	0,50	0,54	0,61	0,70
Mois ...	0,82	0,76	0,57	0,50	0,48	0,50	0,55	0,63	0,69

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	°	°		mm	p
1e décade,	+ 0,98	+12,60	0,31	1,5	25,7
2e »	+ 2,51	+14,64	0,56	8,5	27,1
3e »	+ 2,34	+11,93	0,56	22,1	28,6
Mois....	+ 1,96	+13,02	0,48	32,1	27,2

Dans ce mois, l'air a été calme 2 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 0,88 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 86°,7, O. et son intensité est égale à 19 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE MARS 1859.

Hauteur de la neige tombée pendant le mois de Mars : 545mm, répartie comme suit :

le 8	50mm
le 13	15
le 15	190
le 18	10
le 19	20
le 22	30
le 29	120
le 30	60
le 31	50

Le 2 et le 4, halo solaire dans l'après-midi.

SAINT-BERNARD. — Mars 1859.

Jours du mois.	BAROMÈTRE réduit à 0°.				TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES.						HYGROMÈTRE.				EAU dans les 24 h.	VENT dominant.	Clarté moy. du ciel.
	8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	8 h. m.	Midi.	4 h. s.	8 h. s.	Minim.	Maxim.	8h.m.	Midi.	4 h.s.	8h.s.			
	millim.	millim.	millim.	millim.											mm		
1	564,79	566,30	567,31	567,88	-10,0	- 5,6	- 4,6	- 6,2	-14,6	- 3,6					»	NE. 2	0,18
2	567,68	566,88	566,94	567,62	- 4,8	- 2,9	- 3,2	- 5,1	- 6,7	- 1,9					»	NE. 2	0,21
3	567,77	567,93	567,53	567,48	- 5,0	- 4,3	- 5,2	- 6,3	- 8,0	- 3,5					»	NE. 2	0,32
4	569,92	570,66	569,94	569,89	- 6,3	- 2,3	- 5,3	- 5,8	- 9,5	- 1,7					»	NE. 2	0,53
5	571,05	571,44	571,90	573,03	- 0,3	+ 0,5	+ 1,5	+ 3,0	- 4,5	+ 3,0					»	NE. 2	0,71
6	572,58	571,72	571,31	571,32	+ 1,1	+ 2,1	+ 1,0	- 0,3	- 1,0	+ 2,7					»	NE. 1	0,07
7	569,55	569,41	568,63	568,27	+ 1,4	+ 5,4	+ 5,1	+ 1,2	- 1,8	+ 6,0					»	variab.	0,00
8	566,57	565,36	564,02	564,95	- 1,6	- 4,4	+ 1,8	- 2,0	- 5,7	+ 5,0					4,1	SO. 2	0,79
9	564,64	564,87	565,37	566,88	-10,0	- 7,0	- 8,0	-11,5	-11,5	- 5,7					»	NE. 2	0,70
10	567,80	569,55	569,65	570,68	- 7,4	- 2,7	- 3,1	- 6,0	-13,0	+ 1,8					»	SO. 1	0,00
11	570,08	570,46	569,85	570,52	- 3,0	- 2,0	- 1,6	- 5,1	- 9,0	- 0,2					»	SO. 1	0,00
12	570,75	570,90	570,50	570,60	- 1,5	- 0 8	- 1,1	- 2,7	- 6,8	+ 0,6					»	NE. 1	0,36
13	569,90	569,87	569,50	569,25	- 2,4	+ 1,3	+ 1,2	- 1,5	- 5,4	+ 1,6					1,2	NE. 1	0,59
14	567,53	566,61	564,92	563,76	+ 1,3	+ 4,2	+ 2,4	- 1,0	- 4,8	+ 5,0					»	SO. 1	0,53
15	559,27	558,67	558,71	559,48	- 4,3	- 3,4	- 5,0	- 6,0	- 6,0	- 1,8					14,9	SO. 2	0,99
16	561,37	562,87	563,38	564,54	- 9,8	- 8,2	- 8,2	-10,5	-10,9	- 6,0					»	NE. 2	0,97
17	565,54	565,85	565,34	565,44	- 9,2	- 1,8	- 0,7	- 5,3	-12,0	+ 0,5					»	SO. 1	0,00
18	562,50	562,19	560,44	560,59	- 4,5	- 3,2	- 1,8	- 5,4	- 8,4	- 0,8					0,7	SO. 2	0,31
19	559,87	560,79	561,51	562,93	- 6,1	- 4,3	- 4,8	- 6,3	- 8,0	- 4,0					1,7	variab.	0,93
20	565,97	567,13	567,04	567,83	- 2,7	- 1,1	- 0,7	- 5,8	- 8,2	- 0,4					»	SO. 1	0,61
21	566,45	565,36	563,50	562,39	- 5,9	- 0,3	- 0,4	- 5,4	-10,0	+ 1,9					»	SO. 1	0,04
22	560,49	560,58	559,52	559,85	- 5,5	- 3,6	- 5,9	- 8,1	-10,3	- 2,0					3,5	NE. 2	0,79
23	557,88	558,25	558,50	559,48	-12,1	- 6,3	- 8,1	-11,9	-12,4	- 5,4					»	NE. 2	0,69
24	560,29	561,19	561,43	561,63	- 8,8	- 7,3	- 6,7	- 7,5	-12,0	- 4,4					»	NE. 2	0,43
25	561,33	561,55	561,37	561,59	- 6,0	- 2,8	- 5,3	- 6,3	- 8,6	- 1,3					»	NE 2	0,99
26	561,69	561,59	561,41	562,25	- 6,8	- 3,5	- 3,6	- 5,5	- 9,0	- 1,7					»	NE. 1	0,86
27	562,89	563,62	563,50	564,25	- 3,1	- 0,6	+ 0,4	- 2,1	- 7,8	+ 2,5					»	NE. 1	0,00
28	564,81	564,56	563,24	563,48	- 4,2	- 2,6	- 1,9	- 3,6	- 6,0	- 0,8					»	SO. 1	0,91
29	561,24	560,07	559,01	557,34	- 4,9	- 4,2	- 4,5	- 4,9	- 6,2	- 2,0					13,1	SO. 2	1,00
30	551,46	550,34	550,41	551,37	- 5,2	- 4,4	- 5,4	-11,5	-11,6	+ 0,5					5,2	SO. 2	1,00
31	551,18	552,89	554,82	556,97	-14,1	-12,1	-13,0	-15,4	-15,9	- 8,9					4,8	NE. 2	1,00

Moyennes du mois de Mars 1859.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	m	mm	mm	mm
1re décade,	567,74	568.23	568,52	568,41	568,28	568 26	568,55	568,80	568,79
2e »	564,97	565,28	565,47	565,53	565,21	565.12	565,27	565,49	565,50
3e »	559,85	559,97	560,05	560,00	559,93	559,70	559,73	560,01	560,13
Mois...	564,05	564,35	564.53	564,50	564,33	564,21	564,36	564,61	564,66

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade,	- 5,13	- 4.29	- 3,52	- 2,12	- 1.25	- 2,40	- 3,10	- 3,90	- 4,31
2e »	- 5,82	- 4,22	- 2.84	- 1,93	- 1,40	- 2,03	- 4,16	- 4,96	- 5,16
3e »	- 7,98	- 6,96	- 5,35	- 4,34	- 3,88	- 4,95	- 6,31	- 7,47	- 7,81
Mois...	- 6,37	- 5,22	- 3,95	- 2,84	- 2,23	- 3,19	- 4,58	- 5,51	- 5,83

Hygromètre.

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.
	°	°		mm
1re décade,	- 7,63	+ 0,21	0,35	4,1
2e »	- 7,95	- 0,55	0,53	18,5
3e »	- 9,98	- 1,96	0,70	26,6
Mois...	- 8,57	- 0,81	0,53	49,2

Dans ce mois, l'air a été calme 0 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE à ceux du SO a été celui de 2,11 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E. et son intensité est égale à 56 sur 100.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME IV (NOUVELLE PÉRIODE)

(ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES)

1859 — N[os] 13 à 16.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

Physique.

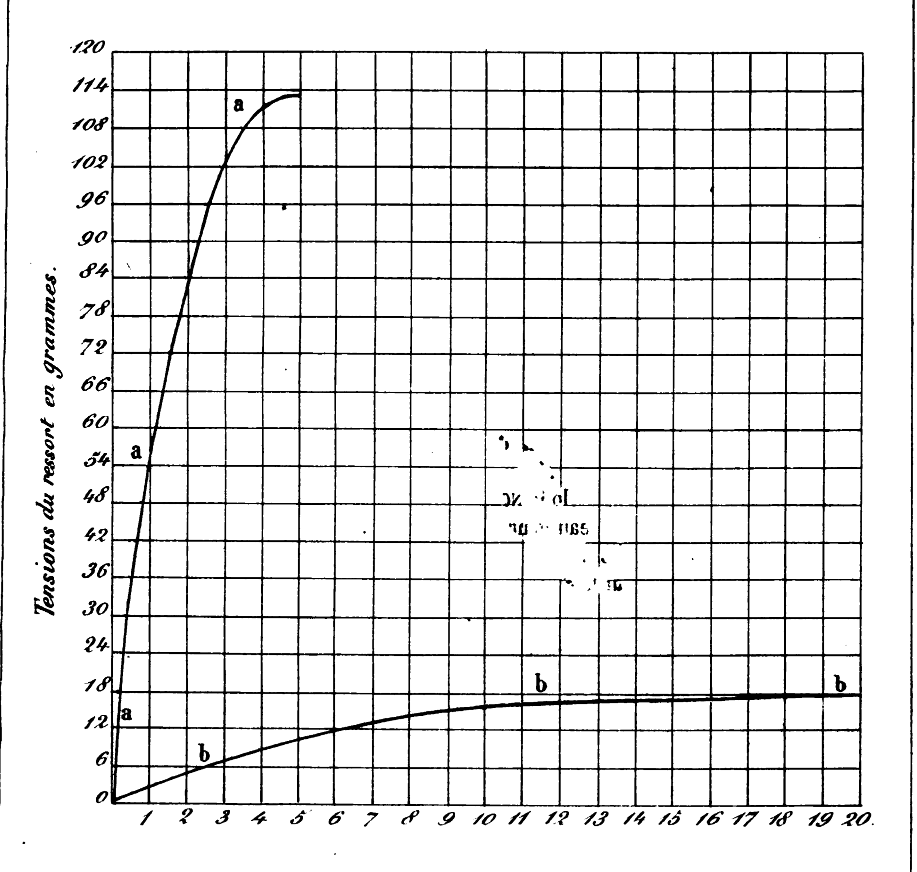
Chimie.

Zoologie, Anatomie et Paléontologie.

Botanique.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard.


aaa, Courbe du courant induit d'ouverture.
bbb, Courbe du courant induit de clôture.
120
114
108
102
96
90
84
78
72
66
60
54
48
42
36
30
24
18
12
6
0
a
a
a
b
b
b
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Tensions du ressort en grammes.
Temps en millièmes de seconde

